المركز القومي للترجمة

تأسس في أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور

مدير المركز: رشا إسماعيل

ثلاثة عشر شيئًا غير مفهوم

أكثر الأمور الغامضة المحيّرة لعصرنا

العدد: ٢٢٧١
تأليف: مايكل بروكس
ترجمة: أحمد عبد الله السماحي/ فتح الله الشيخ
الطبعة الأولى: 1435 هـ - 2014م

دار العين للنشر
الإدارة: 4 ممر بهلر - قصر النيل - القاهرة
تليفون: 23962475 فاكس: 23962476
المدير العام: د. فاطمة البودي
E-mail: elainpublishing@gmail.com

المركز القومي للترجمة
شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة
ت: 27354524 فاكس: 27354554
E-mail:nctegypt@nctegypt.org

هذه الترجمة العربية لكتاب:

13 Things That Don't Make Sense

by Michael Brooks

Copyright © Michael Brooks 2008,2009,2010

Arabic Translation © 2014, National Center for Translation

All Rights Reserved

يصدر بالتعاون مع دار العين

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمركز القومي للترجمة

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة. ت: 27354524 فاكس: 27354554

El Gabalaya st. Opera House, El Gezira, Cairo
Email: nctegypt@nctegypt.org Tel: 27354524 Fax: 27354554

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية: 2013 / 13554
ISBN: 978 - 977 - 490 - 235 - 2

يمنع نسخ أو استعمال أي جزء من هذا الكتاب بأي وسيلة تصويرية أو إلكترونية أو ميكانيكية بما فيه التسجيل الفوتوغرافي والتسجيل على أشرطة أو أقراص مقروءة أو أي وسيلة نشر أخرى بما فيها حفظ المعلومات، واسترجاعها دون إذن خطي من الناشر.

ثلاثة عشر شيئًا غير مفهوم

أكثر الأمور الغامضة المحيّرة لعصرنا

تأليف

مايكل بروكس

ترجمة

أحمد عبد الله السماحي

فتح الله إبراهيم الشيخ

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

بروكس، مايكل.

ثلاثة عشر شيئًا غير مفهوم: أكثر الأمور الغامضة المحيِّرة لعصرنا/ تأليف مايكل بروكس؛ ترجمة أحمد عبد الله السماحي، فتح الله الشيخ.

الإسكندرية: دار العين للنشر، ٢٠١٤

ص؛ سم.

تدمك: ٢ ٢٣٥ ٤٩٠ ٩٧٧ ٩٧٨

١- الكون ٥٢٣,١

٢- الضرائب

أ- السماحي؛ أحمد عبد الله (مترجم)

ب- الشيخ، فتح الله (مترجم مشارك)

أ- العنوان

رقم الإيداع/ ١٣٥٥٤/ ٢٠١٣

المحتويات

تهدف إصدارات المركز القومي للترجمة إلى تقديم الاتجاهات والمذاهب الفكرية المختلفة للقارئ العربي، وتعريفه بها. والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافاتهم، ولا تعبر بالضرورة عن رأي المركز.

إلى السيدة سمنر للإلهام والشغف الدائمين، وآمل أن يردّ هذا بعضًا من ديْنك.

وأيضا إلى فيليبا وميللي وزخاري لإلهام كل يوم.

أكثر العبارات التي تسمعها في العالم إثارةً، تلك الرائدة لمعظم الاكتشافات، ليست "وجدتها" بل "هذا شيء مسلٍّ".

إيزاك أسيموف

ثلاثة عشر شيئًا غير مفهوم

شكر وعرفان

كان شرفًا لي أن أكتب هذا الكتاب، و لم أستمتع بشيء قط أكثر من ذلك. ووفقًا للتقاليد التي أرساها الزمن، لا بد الآن أن أشكر كل الناس الذين سمحوا لي باستخدام وقتهم، ومعاملهم، ورفاقهم، وصبرهم، و لم يكن هذا الكتاب ليصدر من دونهم.

وإنني أود أن أشكر فابريتزو بنديتي، ولوانا كولوكا، وأنتونيلا بولو على قضاء يوم خارق للعادة في تورينو؛ وباتريك هاجارد لإنفاقه بضع ساعات قلقة في لندن معي؛ وبام بوس وفرانك جوردون، الباحثين في الاندماج على البارد بالبحرية الأمريكية، على حسهما الجيد بالدعابة عندما يواجهان أسئلة صعبة. كما أنني شاكر مايكل مليتش ومارتن غلايشمان لنظرتهما الثاقبة في أثناء غداء ممتع (وشهي).

وتطول القائمة: جلبرت ليفين، المعتز بكرامته بشكل غير عادي. وستين راسموسين القامة العملاقة، جسديا وفكريا. وفيرا روبين، العالمة المذهلة. وباحثو سفن الفضاء بيونير مايكل مارتين نيتو، وسلافا توريشيف، وجون أندرسون، فهم أيضا علماء من مستوى متميز. وجون ويب، ومايكل مورفي وهما ليسا فقط مؤثرين ومفكرين متزنين، بل كانا كذلك صحبة عظيمة. والشكر واجب لجيري إهمان وسيث شوستاك لصراحتهما حول البحث عن سكان الفضاء الخارجي الأذكياء؛ وبرنارد لا سكولا لإعطائي الفرصة لقضاء رحلة يومية لجنوب فرنسا المشمس؛ وجوان رفجاردن للمقترحات النافعة حول الجنس؛ وأخصائيي المعالجة المثلية ميلاني أوكسلي، وليونيل ميلجروم، وبيتر فيشر، وفيلما بهاراتان لمساعدتهم في هذا المشروع وحماسهم له. ولقد استمتعت بصفة خاصة بصحبة بوب لورانس لمسلكه النزيه والمتواضع بالنسبة إلى الأشياء التي بلا مغزى، مما أعطاني الأمل في أن حل لغز المعالجة المثلية قد يكون ممكنا. والشكر أيضا واجب لنانسي ماريت لكرمها عندما كنت في نيو مكسيكو.

وإنني لممتن لكريس بيوبولو من دار نشر دابل داي ولأندرو فرانكلين من دار بروفيل بوكس، فقد منحني كل منهما الدعم الحماسي والنصيحة الممتازة، وقدما اقتراحات حكيمة للغاية في أثناء إعداد هذا الكتاب. والشكر أيضا لوكيلي بيتر تالاك من ساينس فاكتوري، الذي ساعد في إخراج هذا الكتاب من فكرة في رأسي إلى أن وصلت إلى أرفف المكتبات بطرق لا تعد ولا تحصى. وليس من الصواب أن أغفل عائلتي من قائمة الشكر والعرفان: زوجتي فيليبا، وولديّ ميلي وزاكاري، الذين تحملوا زوجًا وأبًا شارد الذهن لفترات طويلة على مدى السنوات القليلة الماضية.

وأخيرا، وفي أثناء كتابة هذا الكتاب (ولعدة سنوات قبل ذلك)، اكتسبت الفطنة والوضوح الهائلين من المناقشة مع رفاقي في مجلة "نيو ساينتيست": فالدماغ الجمعي لهذه المجلة كائن مدهش. وكان كل من جيريمي ويب، وفاليري جيميسون، وجراهام لوتون، وكيت دوجلاس، وكلير ويلسون، مفيدين بشكل خاص. وأي خطأ في المتن ينسب إليهم.

تمهيد

كنت واقفا في صالة فندق متروبول ببروكسل أراقب ثلاثة من حاملي جائزة نوبل يصارعون لتشغيل المصعد.

بالتأكيد لم يكن المصعد سهل التشغيل، إنه قفص شباك مفتوح، ذو نظام رفع بيد وكأنه شيء قد بني في مملكة برونل. فعندما دخلته أول مرة منذ ثلاثة أيام، شعرت بأني قد عدت في الزمن للوراء. لكني على الأقل استطعت تشغيله.

وحتى لا يحس هؤلاء العلماء بالخجل، حولت نظري للحظة وانشغلت بفخامة الوسط المحيط. فلقد بني فندق المتروبول في أواخر القرن التاسع عشر ومزخرف على الأغلب بشكل مبالغ فيه. الحوائط مزينة بألواح ضخمة من الرخام، والأسقف مزينة في هدوء لكن بأنساق هندسية جميلة ذهبية وخضراء رزينة. والنجف البلوري المتلألئ يشع دفئا يوحي لي بإحساس التقوقع والخلود إلى النوم تحت تلك الأضواء. وفي الواقع، توجد الأضواء المتلألئة المريحة في كل مكان. وفي الخارج، في بلاس دي بروكير، كانت الرياح تبعث بالبرد القارس عبر المدينة، وفي مواجهة جو ديسمبر المقبض خلف تلك الأبواب الدوارة، أحس وكأنني أستطيع الوقوف هنا إلى الأبد.

ما زال حاملو جائزة نوبل يصارعون. ويبدو أنه لم يكن هناك أي إنسان آخر يلاحظ مأزقهم، وترددت فيما إذا كان عليّ أن أسير عبر الصالة وأقدم المساعدة أم لا. وعندما واجهت معركتي الطويلة مع باب المصعد، فإن هناك شيئا ما حول ميكانيكية الإغلاق التي تتنافى مع المنطق، عندما تظن أنه يجب أن يكون موصدا، لكنه لم يكن كذلك؛ فإنه يحتاج إلى دفعة أخيرة. كان مما يلفت النظر أن أناسا يضعون دبوس جائزة نوبل على صدور حُللهم يجب أن يكونوا قادرين على حل ذلك بأنفسهم.

أود أن أعتقد أن العلماء كائنات أعلى من كل شيء، قادرون على تفسير العالم الذي نعيش فيه، وهم أسياد عالمهم، لكن ذلك قد يكون وهما يدعو للراحة. وعندما أنزع نفسي من المسرحية الهزلية التي تأخذ مجراها في المصعد، سأضع نفسي داخل سيارة أجرة، تاركا ورائي أكثر المؤتمرات التي حضرتها على الإطلاق إذهالا. ليس بسبب

نظرات علمية ثاقبة جديدة، بل العكس تماما. كانت الحقيقة أنه ليس هناك نظرات ثاقبة، ولم يبد أن هناك طريقة للأمام لهؤلاء العلماء، مما جعل المناقشات غاية في الإثارة. وفي العلم عندما تبدو الأمور متغيرة ومتوقفة تماما يمكن أن يكون ذلك أمرا جيدا، مما يعني على الأغلب أن الثورة قادمة.

تركزت المناقشة في المؤتمر حول نظرية الأوتار، محاولة ربط نظرية الكم بنظرية النسبية لأينشتاين. فالنظريتان غير متوافقتين، ونحتاج لأن تعملا معا من أجل وصف الكون بشكل صحيح، وربما تكون نظرية الأوتار أفضل رهان عندنا، وقد لا تكون. لقد قضيت الأيام الثلاثة الأخيرة أستمع إلى بعض من أعظم عقول هذه الأيام يتناقشون عن احتمال كيفية ربط النسبية بنظرية الكم. وكانت خاتمة نقاشهم، أنه بعد أكثر من ثلاثة عقود من مولد نظرية الأوتار، فإننا ما زلنا في الواقع لا نعرف من أين نبدأ.

كان هذا مؤتمر سولفاي للفيزياء، اجتماع أكثر الناس ثراء في التاريخ. وفي مؤتمر سولفاي الأول سنة 1911 أول مؤتمر فيزياء في العالم في التاريخ – تداول المندوبون حول ما يمكن عمله مع ظاهرة الإشعاع المكتشفة حديثا. وهنا في هذا الفندق تناقش كل من ماري كوري وهندريك لورنتس والشاب ألبرت أينشتاين كيف أن تلك المواد المشعة يمكن على ما يبدو أن تتعارض مع قوانين بقاء الطاقة وكمية الحركة. يمثل الإشعاع شذوذا، وهذا أمر غير مفهوم. وتم حل المشكلة بميلاد نظرية الكم. وفي مؤتمر سولفاي في سنة 1927، على الرغم من ذلك، تسببت الطبيعة الغريبة لنظرية الكم في مشاكلها الخاصة، مما حث أينشتاين ونيلز بور ولورنتس وإروين شرودنجر وإرنست راذرفورد وجون فون نيومان ليجلسوا ويناقشوا تلك القوانين الجديدة في الفيزياء بنفس درجة ارتباكهم عند مناقشة الإشعاع.

كانت لحظة غير عادية في تاريخ العلم. فقد تضمنت نظرية الكم الفكرة غير المسبوقة أن بعض الأشياء في الطبيعة عشوائية كلية، وتحدث بلا سبب بالمرة. وكان ذلك يمثل لأينشتاين وبور أسرارا غير معقولة بالمرة، وقضى كلاهما وقتهما خارج قاعات الاجتماع الرسمي يتجادلون فيما يمكن أن تعنيه. لكن كان لديهم مسلكا فلسفيا مختلفا تماما للتعامل مع ذلك الغموض. كانت تعني لبور أن هناك بعض الأشياء قد تتعدى مجال العلم، أما بالنسبة لأينشتاين فهناك شيء ما خطأ في هذه النظرية، في هذا الفندق أطلق أينشتاين

عبارته الشهيرة "الربّ لا يلعب النرد". أما رد فعل بور الذي واجه به أعظم الارتباكات بالنسبة للعلماء، أنهم ليسنوا مؤهلين لوضع القواعد بعد. وقال "أينشتاين" توقفوا عن إجبار الرب على ما يفعل"

و لم يعش أي من الرجلين ليرى الحل المقنع لهذه الأحجية، وفي الواقع ظلت دون حل. وإذا كان علينا أن نصدق بعض المنددين بمؤتمر سولفاي الثالث والعشرين، يبدو أن بور كان على صواب حول وجود حدود للعلم. ونصف منظّري نظرية الأوتار الموجودون على قيد الحياة، وهم بعض من أعظم العقول في العالم، مقتنعون الآن أننا لا يمكن أبدا أن نستوعب فهم الكون بشكل كلي. ويعتقد بعض الباحثين الآخرين وراء نظرية كل شيء حتمية إتاحة بعض التفسيرات لنا. لكن ليست لديهم أي فكرة أين توجد. وما الذي أدى إلى هذا الموقف غير العادي؟ وهنا أمر شاذ آخر.

لقد تم اكتشاف ذلك الأمر في سنة 1997، حيث توصل الفلكيون إلى نتيجة مذهلة بعد تحليل الضوء القادم من مستعر أعظم بعيد، وهو أن الكون يتمدد، وأن هذا التمدد أسرع وأسرع طول الوقت. أذهل هذا الاكتشاف علماء الكوسمولوجيا؛ و لم يعرف أي شخص لماذا يحدث ذلك. وكل مايستطيعون قوله إن "طاقة مظلمة غامضة ما تندفع في الكون".

هذا الأمر الشاذ، واضح أنه ملاحظة بسيطة، جعلت نظرية الأوتار تجثو على ركبتيها. لقد قطعت كل شيء كان قد توصل إليه مناصروها. ولكنهم ببساطة لم يستطيعوا تفسيرها، وكثير منهم يعتقد أنهم يجب أن يتوقفوا عن المحاولة. هناك إجابة مباشرة تحدّق في مواجهتنا تقول: إن عالمنا يجب أن يكون واحدا من عديد من العوالم، كل له خواص مختلفة. ومحاولة إيجاد أسباب لماذا تلك الخواص هي ما هي عليه في كوننا، فإنهم يدفعون، بأن ذلك مضيعة للوقت.

لكن ليس الأمر كذلك. إن هناك بعض الإلهام حول هذا الشذوذ وأي شذوذ آخر. وعندما كتب توماس كون "بنية الثورات العلمية" في بداية ستينيات القرن العشرين أراد أن يفحص تاريخ العلوم لايجاد مفاتيح لطبيعة الاكتشاف. وأدت به تلك المفاتيح إلى ابتكار المصطلح الذي أصبح الآن كالأكلشية (shiftParadigm) الانحراف النموذجي. يعمل العلماء بمجموعة واحدة من الأفكار حول ما هو العالم. وكل شيء يفعلونه سواء

عملا تجريبيا أو نظريا تتم المعرفة فيه ويكون داخل إطار تلك المجموعة من الأفكار، وسيكون هناك مع ذلك بعض الأدلة التي قد لا تتفق مع تلك الأفكار في أول الأمر. من الممكن إهمال أو دحض هذه الأدلة. ولكن، في النهاية ستتراكم تلك الشواذ وتتضخم ولا يمكن ببساطة إهمالها أو دحضها بعد ذلك. وهنا تحل الكارثة.

يقول كون: إن الكارثة، سرعان ما يتبعها انحراف نموذجي يكتسب فيه كل شخص طريقة راديكالية جديدة للنظر إلى العالم. وهكذا تولدت أفكار جديدة مثل النسبية ونظرية الكم ونظرية الألواح القارية.

والطاقة الداكنة هي نوع آخر لمثل هذه الكارثة. يمكن أن تراها على أنها أمر يبعث على اليأس، إيحاء بأن العلم قد وصل إلى حائط مسدود. ولكن، وبنفس القدر، يمكن أن تراها مثيرة وملهمة. والآن شيء ما يجب أن يستسلم، والحل قد يأتي من أي مكان وفي أي وقت: وما هو أكثر إثارة هو أن هذا ليس هو الأمر الشاذ الوحيد في عصرنا، وليس على المدى البعيد.

وحتى هذا ليس هو الشيء الوحيد في علم الكوسمولوجيا. هناك مشكلة كونية أخرى، المادة الداكنة، التي تم العثور عليها أول مرة في ثلاثينيات القرن العشرين، ومباشرة بعد قالب كون بالضبط تم إهمالها لما يقارب أربعين عاما. كانت فيرا روبين الفلكية بمعهد كارنيجي بواشنطن دي سي، هي التي وضعت النقاط على الحروف وجعلت الناس تتعامل معها. وقد بينت في بداية سبعينيات القرن العشرين أن شكل وحجم دوران المجرات يعني إما أن هناك شيئا ما خطأ مع الجاذبية وإمّا أن هناك شيئا ما أكبر كثيرا موجود هناك في الفضاء بعيدا حتى إننا لا نستطيع رؤيته. ولا يرغب أي شخص أن يجادل في قوانين نيوتن المتعلقة بالجاذبية، ولا أننا نعرف ما يمكن أن تكون تلك المادة الداكنة.

وفي بعض الأحيان من المريح أن نتخيل أن العلم يتسيد الكون، لكن الحقائق تعطينا قصة مختلفة. وإذا جمعنا معا المادة الداكنة والطاقة الداكنة لوجدنا أنهما يكونان 96 % من الكون. وتدلنا نتيجتان علميتان شاذتان على أننا لا نستطيع أن نرى إلا جزءا صغيرا جدا مما نطلق عليه الكون. والأنباء الجيدة أن علماء الكوسمولوجيا هم الآن، ربما بعد مرحلة أزمة توماس كون، في طريقهم لإعادة ابتكار عالمنا، أو أنهم في مرة ما سيتمكنون من الاستفادة من قيادة نموذج الانحراف.

والشواذ الأخرى التي لها نفس القدر من الإثارة – وربما ثورة في الانتظار – تنتظر عنايتنا وتقف على أعتابنا. فهناك ظاهرة البلاسيبو (الدواء الوهمى)، حيث تظهر التجارب المُخطط لها بعناية وتجرّى بصرامة شديدة، بشكل متكرر أن العقل يمكن أن يؤثر على الكيمياء الحيوية للجسم بشكل يجعله ينحى الألم وينتج تأثيرات طبية مذهلة. إلا أنه، وكما في حالة المادة الداكنة، لايوجد من هو متأكد من حقيقة وجود ظاهرة البلاسيبو. تطلق تجارب الاندماج على البارد، حيث التفاعلات النووية داخل ذرات الفلزات، طاقة بأمان أكثر مما تستهلكه، ظلت أيضا آمنة لمدة عقدين بعيدة عن الشك، وقد أعلنت وزارة الطاقة الأمريكية حديثا أن أدلة المعامل قوية بما فيه الكفاية ويمكن تقديم الدعم لدورة جديدة من الأبحاث التجريبية. الأمر هو أن الاندماج على البارد يخالف كل الأشياء الحكيمة في الفيزياء، وليس هناك تفسير جيد لحدوث ذلك أو حتى دليل قوى على أنه يحدث. لكن ذلك ما زال يستحق البحث: التلميحات التي قد نقترح أنها قد تكشف عن نظرية جديدة عميقة في الفيزياء، يمكن أن تكون لها بصمة مدوية على أمور عديدة في العلم. ثم هناك الإشارة "الذكية" من الفضاء الخارجي التي قد تحدت التفسير لثلاثين عاما؛ ولغز الإحساس بإرادتنا الحرة على الزغم من كل الدلائل العلمية التي تشير إلى النقيض؛ مركبة الفضاء التي تنحرف عن مسارها بسبب قوة مجهولة؛ والمشكلة لتفسير أصل الجنس والموت مستخدمين أفضل نظرياتنا البيولوجية، والقائمة تطول.

وفي يوم ما قال الفيليسوف كارل بوبر، وربما بطريقة فجة، إن "العلم ربما يمكن وصفه على أنه فن التبسيط الزائد المهنجي". وربما تلك العبارة في حد ذاتها هي تبسيط زائد عن الحد، فمن الواضح أن العلم ما زال لديه الكثير ليكون متواضعا. وهنا النقطة التي قد يغفل عنها الكثير من العلماء الشغوفين على أن يظهروا وكأنه لا يوجد شيء بعيد عن مقدرتهم. ووصفت الطاقة الداكنة بأنها أكثر المشاكل المحرجة في الفيزياء. لكنها ليست كذلك، فهي بكل تأكيد أعظم فرصة في الفيزياء. إنها تعطينا الدافع لفحص تبسيطنا الزائد ومحاولة تصحيحه، واضعة إيانا في حالة جديدة من المعرفة. ويعتمد مستقبل العلم على التعرف على الأشياء المبهجة، ومحاولاتنا تفسير الأمور الشاذة بالضبط التي تدفع العلم إلى الأمام.

في القرن السادس عشر، أدت مجموعة من الشواذ السماوية بعالم الفلك نيكولاس كوبرنيكوس إلى التيقن بأن الأرض تدور حول الشمس وليس العكس. وفي سبعينيات

القرن الثامن عشر استدل الكيمائيان أنطوان لافوازييه وجوزيف بريستلى على وجود الأكسجين من خلال نتائج التجارب التي دحضت كل نظريات ذلك العصر. وعبر عقود عديدة، لاحظ كثير من الناس الأحجية الغربية، التشابه بين الساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية والساحل الغربي لأفريقيا، لكن لم يتبين أحد حتى عام 1915 أن ذلك ليس مجرد مصادفه وأدت الملاحظة الثاقبة لألفريد ويجنر إلى نظريتنا للألواح القارية والحراك القارى، إنها الملاحظة، والتي بدفعة شديدة، ألغت طبيعة "جمع الطوابع" في العلوم الجيولوجية، وقدمت نظرية موحدة كشفت تاريخ الأرض لبلايين السنين للبحث. وقدم تشارلز داروين نفس العمل للبيولوجيا بنظرية عن التطور بواسطة الانتقاء الطبيعي، وأصبحت أيام التعليق على التنوع الواسع للحياة على الأرض دون المقدرة على ربطها معا وقد ولّت فجأة. وليس فقط مجرد موضوع تجارب أو حتى ملاحظات، هناك شواذ عقلانية. وأدى عدم التوافق بين نظريتين، مثلا، بأينشتاين إلى ابتكار النسبية، نظرية ثورية غيرت رؤيتنا إلى الأبد حول الفضاء والزمن والمدى الفسيح للكون.

لم يفز أينشتاين بجائزة نوبل عن النسبية. وذلك أمر شاذ آخر – الطبيعة الغريبة لحرارة الإشعاع – هي التي جلبت له وسام الشرف العلمي الأعلى تقديرا. فلقد أدت ملاحظة الحرارة بماكس بلانك أن يقترح أن الإشعاع يمكن أن يوجد على شكل قطع أو كوانتات. وبالنسبة لبلانك لم تكن نظرية الكم أكثر من حيلة رياضية أنيقة. لكن أينشتاين استخدمها ليبين أنها أكثر من ذلك. ومدفوعا بأعمال بلانك، برهن أينشتاين أن الضوء منكتم، وأن التجارب يمكن أن تكشف كل حزمة كمية من الطاقة. كان ذلك الاكتشاف، وأن مواد الكون مبنية من قوالب، هي التي منحته جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1922.

ليست جائزة نوبل في الفيزياء هي الجواب على كل شيء. والمنظر الذي رأيته عبر الردهة في فندق متروبول جعل ذلك واضحا بشكل كبير. لماذا لم يستطع الرجال الثلاثة، ثلاثة من ألمع العقول في جيلهم، أن يروا الحل الواضح؟ فإني لا أستطيع أن أتوقف عن التصور فيما إذا كان أينشتاين سيجد صعوبة مع ذلك المصعد، وإذا كان الأمر كذلك، والآن وحتى هو، سيرفع قبضته إلى المولى، طالبا المساعدة.

والاعتراف بأن تصبح متعثرا ليس أمرا هينا بالنسبة إلى العلماء، فهم بذلك يفقدون عادة الإقرار بأنها أولى الخطوات لمسار جديد ومثير، ولكن إذا اعترفت بذلك، ووضعت

زملاءك ليساعدوك في ظل ذلك الموضوع المتعثر بدلا من إهمال عن غرور، فإنك بذلك تستطيع مواصلة رحلتك. ففي العلم، الوقوف أمام عثرة هي إشارة على أنك على وشك القيام بوثبة كبيرة إلى الأمام. فالأشياء المبهجة التي لا تبدو أن لها مغزى، في بعض الأحيان، هي الأشياء المهمة.

1

العالم المفقود

إننا نستطيع أن نحدد فقط 4 بالمائة من الكون

لدى القبائل الهندية، حول مدينة فلاجستاف بولاية أريزونا، قصة متداولة مثيرة عن نضال البشر من أجل السلام والتآلف. فوفقا لتقاليدهم، مصاعب واضطرابات الحياة تأتي جذورها من ترتيب النجوم في السماوات، أو بالأحرى عدم ترتيبها. كان من المفروض أن هذه الجواهر في السماء تساعدنا أن نجد الوجود الهادئ والقانع، لكن عندما كانت أول امرأة تستخدم النجوم لتكتب قوانين الأخلاق في الظلام، نفد صبر كويوت وألقى بالجواهر من السلطانية، مما بعثرها وثبّتها في السماوات. ومن نفاد صبر كويوت الأول أتت فوضى الكوكبات في السماوات وفوضى وجود البشر.

وربما يجد الفلكيون الذين يقضون لياليهم في تأمل السماوات فوق فلاجستاف بعض الراحة في هذه الأسطورة. يوجد على قمة التل فوق المدينة تليسكوب من خلاله نشاهد السماوات وفوضى النجوم والطريقة التي تتحرك بها، مما أدى بنا إلى فوضى عميقة. في بداية القرن العشرين بدأ نجم مضيء عابر من خلال تليسكوب كلارك بمرصد لوويل بمدينة فلاجستاف سلسلة من الملاحظات التي قادتنا إلى أغرب الاكتشافات في العلوم: أن أغلب الكون مفقود.

فإذا كان مستقبل العلم يعتمد على تعريف الأشياء التي ليس لها مغزى أو غامضة،

فالكون به الكثير ليقدمه. وإننا نتطلع لنعرف مما يتكون الكون، وكيف يعمل في الواقع: أو بعبارة أخرى، ما الجسيمات المكونة له وما القوى التي توجه التفاعلات بينها. تلك هي خلاصة "النظرية النهائية" التي يحلم الفيزيائيون بها: تلخيص بليغ للكون وقواعد ارتباطاته. وفي بعض الأحيان تعطي الصحف والمجلات وتقارير التليفزيون الانطباع بأننا على وشك الوصول لذلك. لكن الأمر ليس كذلك. سيكون من الصعب الوصول إلى تلك النظرية النهائية إلى أن نكون قد تعاملنا مع حقيقة أن معظم الجسيمات والقوى التي من المفروض أنها موصوفة، غير معروفة كلية للعلم. ونحن محظوظون بما فيه الكفاية أننا نعيش في العصر الذهبي لعلم الكوسمولوجيا، ونحن نعرف كمية هائلة حول الكيفية التي أصبح بها الكون ما هو عليه الآن، وكيف يتطور في حالته الراهنة، ومع ذلك لا نعرف بعد مما يتكون معظمه. وتقريبا كل الكون مفقود: وبالأرقام فإن 96 % منه مفقود.

تبدو النجوم التي نراها على أطراف المجرات البعيدة وكأنها تتحرك بتوجيه من أيد غير مرئية، وهي تبقي تلك النجوم في الفراغ وتمنعها من الهروب إلى الفضاء الخالي. ووفقا لأفضل حساباتنا، فإن مادة تلك الأيدي غير المرئية الموجهة – تعرف عند العلماء بالمادة الداكنة – تساوي في كتلتها نحو ربع الكتلة الكلية للكون. على الرغم من أن المادة الداكنة ما هي إلا مجرد اسم. وليس لدينا أي فكرة بالمرة ما هي تلك المادة.

ثم تأتي الطاقة الداكنة. وعندما بين ألبرت أينشتاين أن الكتلة والطاقة هما وجهان للعملة نفسها، أي أنه يمكن تحويل واحدة إلى الأخرى باستخدام الوصفة $E=mc^2$، ألقى بشكل عفوي ما نعتبره الآن الأسس لأعظم المشكلات المحرجة في الفيزياء. والطاقة الداكنة هي اسم علمي لخلاصة شبحية تصنع نسيج الكون المتمدد بشكل أسرع للغاية، مكونة فضاءات خالية متزايدة بين المجرات. وإذا استخدمت معادلة أينشتاين لتحويل الطاقة إلى كتلة، وتكتشف أن الطاقة الداكنة هي فعليا 70 % من كتلة الكون (وبناء على أينشتاين، يجب أن نطلق عليها كتلة–طاقة). ولا يدري أحد من أين تأتي هذه الطاقة، وما هي، وعما إذا ظلت تحافظ على إسراع تمدد الكون للأبد، أو أنها ستنهك في النهاية. وعندما يتعلق الأمر بالمكونات الرئيسية للكون، يبدو أن لا أحد يعرف الكثير عن ذلك. وعالم الذرات المألوف –المادة التي نتكون نحن منها– تحدد فقط جزءًا ضئيلا من كتلة الكون وطاقته. والباقي هو اللغز الذي ما زال علينا حله.

كيف أتينا إلى هنا؟ عن طريق هوس رجل بالحياة على كوكب المريخ، ففي سنة 1894 أصبح بيرسيفال لوويل، رجل الصناعة الثري بولاية ماساشوسيتس بالولايات المتحدة، على قناعة تامة بفكرة أن هناك حضارة مخالفة على الكوكب الأحمر. وعلى الرغم من السخرية اللاذعة من العديد من فلكيي العصر، قرر لوويل البحث من أجل أدلة فلكية غير قابلة للدحض لدعم ما هو على قناعة به. أرسل جماعة كشافة إلى مواقع متنوعة في أنحاء الولايات المتحدة، وفي النهاية، تم الاتفاق على أن السماء الصافية بأريزونا بمدينة فلاجستاف هي المكان المثالي لهذه المهمة. وبعد قضاء بضع سنوات في المشاهدة عن طريق تليسكوبات صغيرة، اشترى لوويل تليسكوبا ضخما (بمقاييس ذلك العصر) عاكسًا للضوء 24 بوصة من مصنع ببوسطن وشحنه إلى فلاجستاف عبر شركة سانتا Fe للسكك الحديدية.

وهكذا بدأ عصر الفلك الكبير. كلف تليسكوب كلارك لوويل مبلغ عشرين ألف دولار، وتم تسكينه تحت قبة مكسوة بخشب الصنوبر فوق قمة مارس هيل في نهاية طريق متعرج شديد الانحدار وأطلق عليه اسم لوويل المفتون الكبير. وللتليسكوب مكانة مؤكدة في التاريخ: ففي ستينيات القرن العشرين استخدمه رواد أبوللو لإلقاء النظرة الأولى على أماكن هبوطهم المتوقعة على القمر. وخلال عقود قبل ذلك استخدم شاب مجتهد ومتحفظ يدعى فيستو ميلفين سليفر التليسكوب ليعطي الدفعة الأولى القوية لبدء الكوسمولوجيا الحديثة.

نشأ سليفر المولود سنة 1875 كصبي في مزرعة بإنديانا: وصل إلى فلاجستاف كمساعد لبيرسيفال لوويل سنة 1901، بمجرد حصوله على بكالوريوس في الميكانيكا والفلك. استوظف لوويل سليفر على أساس فترة قصيرة، وعقد محدد: قبل لوويل توظيف سليفر على مضض، كرد جميل لأحد أساتذته السابقين، ومع ذلك لم يتم العمل كما خطط له لوويل استمر سليفر لمدة ثلاثة وخمسين عاما، يوم اعتزل العمل من موقعه بالمرصد مديرا له.

على الرغم من أن سليفر كان متعاطفا مع هوس رئيسه، فإنه لم يكن مهتما بشكل كبير بالبحث عن حضارة قاطني المريخ. وكان مفتونا أكثر بالطريقة التي تتحرك بها تلك الكرات الهامدة من الغاز والتراب – النجوم والكواكب – عبر الكون. كان أحد أعظم

الألغاز التي تواجه الفلكيين في ذلك العصر هو لغز السُّدم اللولوبية. تلك التوهجات الخافتة في السماء ليلا التي كان يعتقد البعض أنها نتيجة تجمعات ضخمة لنجوم "جزر عوالم"، كما وصفها الفليسوف إيمانويل كانت. بينما اعتقد آخرون أنها ببساطة نظم كوكبية بعيدة. ومن سخرية القول، إنه لحل هذه المشكلة، قادتنا أبحاث سليفر إلى أن نهتم بما لا نراه بدلا من الاهتمام بما نراه.

في سنة 1917، وعندما كان ألبرت أينشتاين يضع اللمسات الأخيرة على وصفه لكيفية مسلك الكون، كان في حاجة ليعرف حقيقة تجريبية واحدة لتجميع كل الأمور مع بعضها. وكان السؤال الذي وجهه إلى فلكيي العام هو التالي: هل الكون يتمدد أم ينكمش أم يظل ثابتا على حاله؟

وصفت معادلات أينشتاين كيف لشكل الزمكان (أبعاد المكان والزمان التي تكوّن معا النسيج المصنوع منه الكون) أن يتطور معتمدا على الكتلة والطاقة المحصورة داخله. وفي الأساس، جعلت المعادلات الكون إما أن يتمدد وإمّا أن ينكمش تحت تأثير الجاذبية. وإذا كان مستقرا، كان عليه أن يضع شيئا آخر في المعادلة: مصطلح ضد الجاذبية تمكنه أن يدفع بعيدا بينما الجاذبية تجذبه. لم يكن أينشتاين حريصا على عمل ذلك، بينما من المنطقي أن الكتلة والطاقة قد تبذلان قوة جاذبية، ليس هناك سبب واضح لوجود الجاذبية المضادة.

ولسوء حظ أينشتاين، كان هناك إجماع بين فلكيي العصر على أن الكون مستقر لا يتمدد ولا ينكمش. وهكذا أضاف، وهو حزين مصطلح الجاذبية المضادة لإيقاف كونه من التمدد أو الانكماش. كان يعرف بالثابت الكوني (لأنه يؤثر على المسافات الكونية، وليس على المقاييس العادية للظواهر داخل مجموعتنا الشمسية) وأدخل ذلك المصطلح وهو شديد الأسف. وقال أينشتاين: إن هذا الثابت "غير مبرر بواسطة معرفتنا الفعلية للجاذبية". وقد وجد فقط ليجعل المعادلات تتلاءم مع البيانات. وكان من العار، في ذلك الوقت، أنه لم يعر أي شخص الانتباه إلى نتائج فيستو سليفر.

كان سليفر يقوم باختيار ما إذا كانت السدم تتحرك بالنسبة للأرض أم لا، مستخدما في ذلك تليسكوب كلارك. واستخدم لذلك سبكتروجراف، وهو جهاز يفصل الضوء من التليسكوبات إلى مكوناته من الألوان. وبينما كان سليفر ينظر إلى ضوء قادم من سُدم

لولبية، أيقن أن تنوع الألوان في الضوء قد يتغير معتمدا على ما إذا كان السديم يتحرك في اتجاه الأرض أم في الاتجاه المبتعد عن الأرض. واللون هو وسيلتنا في تفسير تردد الإشعاع أي عدد الموجات في الثانية الواحدة. فما نراه في قوس قزح، هو إشعاع لترددات متنوعة. فالضوء البنفسجي هو إشعاع عالي التردد نسبيا، والأحمر تردد منخفض، وكل شيء آخر هو بين الاثنين.

ومع ذلك، فعند إضافة الحركة إلى ذلك، نحصل على ما هو معروف بتأثير دوبلر Doppler effect: يبدو أن تردد الإشعاع يتغير، تماما مثل تغير تردد (درجة) صافرة عربة الإسعاف مسرعة وهي تمرق بجانبنا في الطريق. فإذا كان هناك قوس قزح يتحرك بسرعة ناحيتك، ستزاح كل الألوان تجاه النهاية الزرقاء للطيف، وقد تحصل عدد الموجات التي تصلك كل ثانية على دفعة من حركة اقتراب قوس قزح. ويسمى هذا بالإزاحة الزرقاء. وإذا كان قوس قزح يسرع في الاتجاه بعيدا عنك، سيقل عدد الموجات القادمة في الثانية الواحدة، وسيزاح تردد الإشعاع إلى أسفل في اتجاه النهاية الحمراء للطيف: إزاحة حمراء.

يحدث الشيء نفسه لضوء قادم من السدم البعيدة. فإذا كان السديم يتحرك في اتجاه تليسكوب سليفر، فإن ضوءه سيكون مزاحا للأزرق. أما السدم المتجهة سريعا بعيدا عن الأرض فتكون حمراء الإزاحة. ويعطي مقدار التغير في التردد السرعة.

وبحلول سنة 1912 كان سليفر قد أنهى أربعة سبكتروجرافات. أربعة منها كانت حمراء الإزاحة وواحد – أندروميدا – كان أزرق الإزاحة. وفي السنتين التاليتين سجل سليفر حركة اثنتي عشرة مجرة أخرى. كانت كلها حمراء الإزاحة ما عدا واحدة. وكانت تلك مجموعة مذهلة من النتائج، كانت مذهلة في الواقع لدرجة أنه عندما عرضها في أغسطس 1914 في مؤتمر الجمعية الفلكية الأمريكية وقف الجميع يصفقون له.

وسليفر هو واحد من أبطال علم الفلك الذي لم يحظ بالتقدير اللائق. ووفقا لتاريخ حياته في الأكاديمية القومية للعلوم، فهو "ربما يكون قد قدم أكثر الاكتشافات الأساسية أكثر من أي راصد فلكي آخر في القرن العشرين". ومع كل إسهاماته، لم ينل من التقدير إلا القليل ممثلا في خريطتين: واحدة للقمر وأخرى للمريخ. وهناك بعيدا في السماء توجد فوهتان مخروطيتان تحملان اسمه.

والسبب في هذا الإقرار الضئيل بفضل سليفر، هو أنه اعتاد على عدم المراسلة والتواصل في الحقيقة بالنسبة لاكتشافاته. ففي بعض الأحيان كان يكتب بحثا مقتضبا شاملا نتائجه، وفي أحيان أخرى يضعها في خطابات ويرسلها إلى فلكيين آخرين. ووفقا لتاريخ حياته، فإن سليفر كان رجلا "متحفظا وكتوما وحذرا، ويتجنب عيون الناس، ونادرا ما يحضر حتى المؤتمرات الفلكية" ويبدو ظهوره في أغسطس 1914 أمرا شاذا. ولكنه كان الظهور الذي وضع فلكيًا إنجليزيا يدعى إدوين باول هابل على الطريق للشهرة.

ولقد أبدى ستيفين هوكينج – عالم الكون بجامعة كمبردج، ملاحظة ساخرة في كتابه "العالم في صورة موجزة" مقارنا الترتيب الزمني للتسلسل العلمي لكل من سليفر وهابل كيف أن هابل قد حصل على التقدير لاكتشافه سنة 1929 أن العالم يتمدد، مشيرا في الوقت نفسه إلى المرة الأولى عندما ناقش سليفر علانية نتائجه. عندما وقف المجتمعون في القاعة يصفقون لاكتشافات سليفر في اجتماع الجمعية الفلكية الأمريكية في أغسطس 1914، وذكر هوكينج "لقد سمع هابل العرض".

ففي سنة 1917، عندما كان أينشتاين يلتمس من الفلكيين إبداء الرأي حول الكون، أظهرت الملاحظات الإسبكتروجرافية لسليفر، أنه من بين خمسة وعشرين سديما، كان واحد وعشرون منها تهرع مبتعدة عن الأرض، وأربعة فقط تأتي مقتربة. كانت كلها تتحرك بسرعة مروعة – في المتوسط، أكثر من مليوني كيلومتر في الساعة. كان ذلك صادما حيث إن معظم النجوم في السماء لم تفعل شيئا من هذا، في الوقت نفسه، كان يعتقد فيه أن مجرة درب اللبانة هي كل العالم، وأن النجوم ثابتة تقريبا بالنسبة للأرض. غير سليفر كل ذلك، ناسفا كوننا تماما. واقترح سليفر، أن السدم هي "نظام نجمي يرى على مسافات بعيدة". واكتشف في هدوء أن الفضاء مليء بعدد لا حصر له من المجرات متجهة بعيدًا عنا.

وعندما نشرت قياسات السرعة هذه بين أبحاث المؤتمر في مجلة جمعية الفلسفة الأمريكية، لم يعرها أحد الاهتمام، وبالتأكيد لم يكن سليفر فظا ليسعى للفت الانتباه لأعماله. وعلى الرغم من ذلك، كان واضحا أن هابل لم ينسها. وسأل سليفر عن نتائجه كي يضمّنها في كتاب عن النسبية، وفي سنة 1922 أرسل سليفر إليه قائمة بسرعة السدم.

وبحلول سنة 1929 جمع هابل ملاحظات سليفر مع عدد قليل لفلكيين آخرين (مع ملاحظاته الخاصة) وتوصل إلى نتائج مهمة.

إذا أخذت المجرات التي تتحرك مبتعدة عن الأرض، ورسمت بيانيا العلاقة بين سرعتها وبُعدها عن الأرض، تجد أنه كلما بعدت المجره كلما زادت سرعتها. وإذا كانت واحدة من تلك المجرات متقهقرة أبعد عن الأرض بمقدار الضعف بالنسبة لأخرى، فإنها تتحرك بسرعة بمعدل الضعف. وإذا كانت أبعد ثلاثه أضعاف ستكون سرعتها أكثر ثلاثة أضعاف. وبالنسبة لهابل، هناك تفسير محتمل واحد. المجرات يمكن تشبيهها بوريقات دائرية صغيرة ملتصقة على بالونة، وعند نفخ البالون لن تتمدد الوريقة، لكنها ستتباعد عن بعضها. يتزايد الفراغ نفسه بين المجرات. اكتشف هابل أن الكون يتمدد.

كان وقتا عصيبا. فمع هذا التمدد، صعدت إلى السطح في علم الكوسمولوجيا فكرة الانفجار الكبير الذي بدأ اقتراحها في عشرينيات القرن العشرين. فإذا كان الكون يتمدد فإنه لابد في فترة ما كان أصغر وأكثر كثافة، وبدأ الفلكيون يفكرون ما إذا كانت هي تلك الحالة التي بدأ عليها الكون. لقد قادتنا أبحاث فيستو سليفر إلى الدليل الأول على منتهى أصلنا. ونفس الدليل قد يوصلنا في النهاية إلى اكتشاف أن معظم كوننا غامض.

ولكي نفهم كيف أن قطاعا مهمًا في الكون مفقود، أربط ثقل في النهاية حبل طويل. دع الحبل بطوله وحركة الثقل في شكل دائري. عند نهاية الحبل الطويل، يتحرك الثقل ببطء شديد، يمكنك مراقبة ذلك دون أن تحس بدوران. الآن اسحب الحبل إلى الداخل لتجعل الثقل يقوم بالدوران في حلقات صغيرة فوق رأسك. ولتحافظ على ذلك الدوران في الهواء بدلا من أن يسقط إلى أسفل ويخنقك، عليك أن تحافظ على دورانه بشكل أسرع كثيرا، بسرعة يصعب عليك معها رؤيته يتحرك.

ويسود المبدأ نفسه حركة الكواكب. الأرض في موقعها قريبة من الشمس، تتحرك أسرع في فلكها عن كوكب نبتون الأبعد لسبب بسيط: يدور حول توازن القوى. فقوة جاذبية الشمس على المسافة نصف القطرية للأرض أكبر من تلك بالنسبة لكوكب نبتون. وبشكل ما فعلى كتلة الأرض أن تتحرك أسرع نسبيا لتحافظ على مدارها. ولكي يحافظ نبتون على مداره، وبالجاذبية الأقل للشمس البعيدة، فهو يتحرك ببطء

ليحافظ على التوازن. وإذا تحرك بنفس سرعة الأرض سيخرج عن مداره ويترك مجموعتنا الشمسية.

وأي نظام يدور في مدارات عليه أن يتبع هذه القاعدة: للتوازن بين قوة الجذب وقوة الطرد المركزية يعني أنه كلما بعد شيء ما عن الشيء الذي يسيطر عليه مداره، سيكون أبطأ في سرعته. وهذا هو بالضبط ما لم يره فريتز زويكي الفلكي السويسري في سنة 1933.

وفي الوقت الذي بدأ فيه بناء جسر جولدن جيت في سان فرانسيكو، وعين فيه أدولف هتلر وعمره ثلاثة وأربعون عاما مستشارا لألمانيا لاحظ زويكي أمرا غريبا في تجمع كوما للمجرات. وبكلمات تقريبية، تطلق النجوم كمية معينة من الضوء لكل كيلوجرام، وعليه، عند النظر لكمية الضوء القادم من تجمع كوما، استطاع زويكي تقدير المادة التي تحتويها المجموعة. وكانت مشكلة زويكي أن النجوم الموجودة على أطراف المجرات كانت تتحرك بسرعة كبيرة لدرجة أنه لا يمكن تقييدها بقوة جذب كمية المادة تلك. ووفقا لحساباته، فالتفسير الوحيد هو وجود كتلة تزيد بأربعمائة مرة في تجمع كوما عما يمكن تقديره للمادة المرئية للتجمع.

كان يجب أن يكون ذلك كافيا للبدء في البحث عن المادة الداكنة، لكن لم يكن الأمر كذلك – لأكثر الأسباب العلمية سوء. وبالبحث في الإنترنت في المراجع حول زويكي، فستجد أنه بجانب ذكائه المتألق فهو شارد، وبجانب أنه عبقري فهو لا يطاق. ومثل سليفر لا يرد اسمه كثيرا في الكتب المرجعية للفلك، على الرغم من كثير من اكتشافاته المهمة. فهو أول من رأى أن المجرات تشكل تجمعات. وهو الذي صك مصطلح سوبرنوفا (المستعر الأعظم). وهو بكل تأكيد فريد في نوعه. شيد ممرا للتزحلق على الجليد بجوار مرصد ماونت ويلسون في جبال سان جابرييل بكاليفورنيا، وكان مثلا، في فصل الشتاء يشد أدوات التزحلق الخاصة به ويقوم بالتزحلق ليحافظ على مهارته للتزحلق في حالة جيدة. لكن كانت مهارته للاتصال بالآخرين تحتاج لبعض الاهتمام. كان رجلا خشنا وصعبا، مقتنعا بعبقريته الخاصة، ومقتنعا بأنه لم يحظ أبدا بالمكانة التي يستحقها. كان يميل إلى أن يشير إلى كل زملائه على أنهم "الأوغاد الكرويون" أوغاد إذا نظرت إليهم من

أي اتجاه. وليس من الغريب أبدا أن رفاقه أعرضوا نظرهم عن اكتشافه الخاص بالكتلة المفقودة لتجمع الكوما.

لكن زويكي كان على صواب. هناك شيء ما ينقص بالنسبة للكتلة الكلية للمجرات– إلا إذا كان الكون مليئا بشكل كبير بمادة داكنة. ففي سنة 1939 وعند إرساء مرصد ماكدونالد بتكساس أضاف الفلكي الهولندي جان أوورت الدليل. حيث بين أوورت في محاضرة أن توزيع الكتلة في مجرة بيضاوية الشكل لابد أن يختلف بشكل كبير عن توزيع الضوء ونشر نتائجه بعد ثلاث سنوات مبينا هذه النقطة بوضوح تام في الملخص. ومرة ثانية، وبرد الفعل الكوني التقليدي، لم يبد أي أحد أي اهتمام. وهذه المقدرة المذهلة على إهمال النتائج غير العادية استمر لعقود إلى أن، ولسبب ما، انتبه الناس إلى فيرا روبين.

وروبين التي هي الآن في أواخر السبعينيات وضعت بصمتها الكبرى في علم الكوسمولوجيا وهي في سن الواحد والعشرين. ففي ليلة رأس السنة، سنة 1950، أوردت جريدة واشنطن بوست في عددها حول حديث ألقته روبين في الجمعية الفلكية الأمريكية، مشيدة بإنجازاتها تحت عنوان "الأم الشابة توصلت إلى مركز الخلق بواسطة حركات النجوم". ووصف المقال المصاحب كيف أن بحث روبين "جريء لدرجة أن معظم الفلكيين يعتقدون أن نظرياتها ما زالت غير ممكنة". ولكن أبحاثها الأكثر جرأة، وهي النضال للتوصل لجعل المادة الداكنة تؤخذ على محمل الجد، ما زال وقته لم يحن بعد.

وبادئ ذي بدء، حتى روبين نفسها لم تكن جادة. تقول روبين القصة هي درس يوضح كيف لعالم أن يكون على هذا المستوى من الغباء. ففي سنة 1962، كانت روبين تدرس بجامعة جورج تاون بواشطن دي. سي. وكان معظم طلابها من مرصد البحرية الأمريكية القريب، وعلى ما تذكر كانوا فلكيين على مستوى جيد جدا. وكانوا كمجموعة قادرين على رسم خريطة لمنحنى دوران مجرة. وهو عبارة عن رسم بياني يظهر كيف أن سرعة النجوم تتغير كلما تحركت بعيدا عن منتصف المجرة. تماما مثل الحبل المثبت به ثقل ويدور حول رأسك، تقل السرعة كلما بعد إلى الخارج. إلا أنه بالنسبة لروبين وباحثي البحرية التابعين لها، لم يحدث ذلك فبمجرد ابتعادهم عن مركز المجرة،

أصبح المنحنى منبسطا. تقدم الجميع بنتائجهم في مجموعة من ثلاثة بحوث، و لم تر روبين أمرا غير عادي في الأمر.

وبعد ثلاث سنوات، في سنة 1965، حصلت على وظيفة بمعهد كارنيجي بواشنطن. وبعد العمل لمدة عام بشكل شديد التنافس بحثا عن الكوازارات(*)، الأجسام المعروفة الأكثر بعدا، أرادت روبين أن تعمل شيئا فيه التنافس أقل حدة، شيئا يمكن أن تقوم به بنفسها. قررت أن تبحث في الجزء الخارجي للمجرات حيث لم يدرسها أحد. لقد ركز الجميع على مركز المجرات. و لم تنس روبين تماما أبحاثها مع طلاب المرصد البحري، فهي أيضا لم توقن صحة نتائجها عندما قامت بقياس السرعة بالنظر إلى كيفية تغير طيف الضوء القادم من نجم ما بتغير الحركة. جمعت روبين نحو أربعة أطياف كل ليلة، مبتعدة تدريجيا عن مركز المجرة. وحتى على الرغم من أنها كانت تحسّن الطيف أثناء القيام بالعمل فإن الأطياف جميعها بدت متماثلة، ما زالت الأمور لم تتكشف بعد. وقالت "دائما ما يعتقد المرء أن الأمور قاربت من أن تُحل، لكن ذلك لم يحدث".

لكنها في النهاية، على الرغم من ذلك، توصلت للحل. وبحلول سنة 1970 رسمت روبين خريطة لمنحنى دوران أندروميدا، حيث ظلت سرعة النجم كما هي حتى لو نظرت بعيدا تماما. وباستمرار سرعة النجوم عالية كما هي عند الأطراف، فإن قوة الطرد المركزية. لابد وأنها تقذف بنجوم الأندروميدا الخارجية بعيدا إلى الفضاء العميق. وعن استحقاق، فالأندروميدا يجب أن يسقط مبعثرا. إلا إذا كان محاطا بهالة من المادة الداكنة.

لا يعرف أحد في الواقع ما هي المادة الداكنة. وعندما كتب مالكولم لونجير الأستاذ بجامعة كامبردج كتابه الأول في الكوسمولوجيا "كوننا المتطور" أعد قائمة ببعض الأشياء التي سيتناولها، ويتصدر القائمة أشياء مثل الكواكب الواقعة بين النجوم وكذلك النجوم منخفضة الكتلة. وبالقرب من أسفل القائمة توجد قوالب الطوب المنزلية ونسخ من مجلة الفيزياء الفلكية. ويبدو أن هذا المقترح الأخير مناسب بشكل كبير إذا اكتشف أنه الجواب، وقد يضيف سخرية سارة لقصة المادة الداكنة. ففي مجلة الفيزياء الفلكية، نشرت روبين سنة 1970 نتائجها وجلبت فيها المادة الداكنة من السكون.

(*) كوازار: نواة مجرية شديدة النشاط وبعيدة وشديدة التوهج وأول تعرف عليها ميزت بأنها مصدر حمراء الإزاحة لطاقة كهرومغناطيسية. (المترجمان).

وليس من الضروري أنك تستخلص ذلك من المقال. ويبدو العنوان بريئا: "دوران سديم الأندروميدا من مسح طيفي لمناطق الإنبعاث". وخلاصة وموجز المقال يبدو أنها لا تقول أي شيء يثير الجدل. وبالمثل نتائج المقال مخيبة للآمال. فالمقال يعرض النتائج- قياسات سرعة دوران النجوم في الأندروميدا – ولا يقول أي شيء أكثر من ذلك. ومع ذلك فالشكل البياني من صفحة 12 ما زال معلقا على الحائط في مكتب روبين بقسم المغناطيسية الأرضية بمعهد كارنيجي بواشطن دي. سي. واليوم ما زال بالضبط مناسبا، كما هو غامضا، كما كان عند نشره.

ففكرة سيطرة المادة الداكنة ليبقى على النجوم الخارجية في الأندروميدا لم يتم استيعابها على التو، لكن على الأقل هذه المرة لم يتم إهمالها. أولا، برر الفلكيون إغماض أعينهم عن ذلك لمدة سبعة وثلاثين عاما. وبدأوا في عمل منحنيات الدوران الخاصة بهم، مثلا، بأن قدموا تفسيرات غريبة عن كيف أن الكتلة قد تكون موزعة عبر المجرات. و لم تقتنع روبين بأي هذه المجهودات، وتقول: بطريقة ما، إن بعض النقاط بعيدة دائما – وتم إهمالها – كما لو كان لكي تبدو والفكرة باعثة للضحك.

وبحلول ثمانينيات القرن العشرين تخلى الفلكيون عن التلاعب بالبيانات. حيث إن شيئا ما حول جذب المجرات لم يكن مناسبا، وأفضل التفسيرات لذلك هو وجود مادة ما لا تسطع مثل النجوم، أو تعكس ضوءا، أو تعطي إشعاعا يمكن التعرف عليه أو تسلك بأي طريقة تجعل وجودها محسوسا. باستثناء قوة الجذب. والبحث الآن يجب أن يكون إيجاد ما هو الشيء الغريب.

عقد الاجتماع الأول عن موضوع المادة الداكنة الجديدة بجامعة هارفارد سنة 1980. وفيه أعلنت روبين بثقة إلى الحاضرين أننا سنعرف خلال عقد ما هي بالضبط المادة الداكنة. أتى ذلك الموعد المحدد وولّى و لم يبد من بيننا من أصبح أحكم. ثم في سنة 1990، وبعد عام من الوقت الذي حددته روبين، وفي اجتماع وشنطن دي. سي. ذكر مارتن ريس الفلكي الإنجليزي الملكي، للحاضرين أن الغموض سيتم الكشف عنه خلال عشر سنوات. ثم وفي سنة 1999 وقبل سنة واحدة من الموعد المحدد الذي حدده في واشنطن، أعطى ريس امتدادا للموعد معلنا "أنا متفائل، فإذا كنت ما زلت أكتب خلال فترة خمس سنوات ربما أكون قادرا أن أعلن ما هي المادة الداكنة".

لم يكن تفاؤله في محله. فما زلنا لانعرف ما هي المادة الداكنة. واقترحنا سلسلة من الغرائب، كل شيء بدءًا من الثقوب السوداء إلى ما هو حتى هذه اللحظة – جسيمات لم تكتشف ولها خواص غير عادية. و لم يكتشف بعد الشيء الذي يناسب الحل. و لم يكن ذلك بسبب عدم الرغبة في البحث.

ليس البحث عن المادة الداكنة للمتخاذلين، فقد تهربت تلك المادة من التعرف عليها لمدة ثلاثين عاما لكن لأسباب جيدة. ومع ذلك، فلدى العلماء بعض الأفكار عن كيفية البحث. فلدى الفيزيائيين نماذج لنوعية الجسيمات التي يعتقد أنها نتجت في الانفجار الكبير والتي ما زالت تحوم في الكون لتعمل كمادة داكنة. وأفضل تخميناتهم شيء يطلق عليه الجسيمات ضخمة الكتلة وضعيفة التداخل – weakly interacting massive paricles. WIMP –. وإذا كان ذلك صحيحا، فليس هناك عجز في المادة الداكنة للبحث عنه. ووفقا لفيزيائيي الجسيمات، فالأرض تنجرف حاليا خلال غمامة من المادة الداكنة، شيء ما قد يكون بليونًا من WIMPS تغسل رؤوسنا كل ثانية.

من بين ما يعرف بالجسيمات الضخمة ضعيفة التداخل WIMPS، يبرز إحداها النيوترالينو. ثابت بما فيه الكفاية ليظل يملأ الكون بعد 13 بليون سنة من الانفجار الكبير. ومن المناسب القول إنه من الصعب رؤيته أو الشعور به، فهو لا يتفاعل عن طريق القوة القوية التي تحافظ على تماسك الأنوية، ويتجاهل الكهرومغناطيسية كما أن تلك المجالات تتجاهله، والأمر الحاسم، أن كتلتها كافية – نحو مائة ضعف كتلة البروتون – بحيث يكون لها التأثير الضروري على المجرات. ونقطة الضعف الوحيدة هي أنه لا أحد يعرف ما إذا كان النيوترالينو موجودًا بالفعل أم لا.

فإذا أردت أن تجد الدليل التجريبي على وجود المادة الداكنة، فعليك أن تجعلها تتداخل مع شيء ما. وأفضل فرصة لذلك تأتي مع الذرات ذات الأنوية الثقيلة. يستخدم قناصو المادة الداكنة ترتيبا ضخما لبلورات من السيليكون أو الجرمانيوم أو أوعية هائلة مليئة بسائل الزينون. والأمل في أن يقوم واحد من جسيمات WIMP بالتصادم المباشر مع أحد هذه الأنوية الذرية الضخمة. فإذا حدث ذلك فقد تعيد النواة ترتيبها بعض الشيء (في حالة البلورات) أو ترسل إشارة كهربية (من سائل الزينون). ومع ذلك هناك بعض الصعوبات.

الأولى، تتذبذب الأنوية في كل الحالات طبيعيا، فعلى الفيزيائيين أن يقيدوها ثابتة لتفادى إشارة كاذبة في الجهاز. وترتيب البلورات، مثلا، يجب تبريده ليصل إلى جزء من درجة الحرارة التي يتوقف عندها كل شيء عن الحركة. وتبريد الكاشفات لهذا الحد مزعج وصعب. ثم هناك الصعوبة الثانية: الأشعة الكونية.

تصطدم بالأرض بصورة مستمرة جسيمات عالية السرعة من الفضاء، وهذه الأشعة الكونية تنتج نفس الإشارات تماما مثل ما تنتجة WIMP في كشاف جسيمات WIMP. وعليه فعلى الباحثين أن يقوموا بتجربتهم عميقا تحت الأرض، حتى تكون في مكان لا تصله الإشعاعات. وتلك مشقة تجعل قناصي المادة الداكنة قاطني شكل من المعامل الأصعب في التوصل إليها على الأرض. ولقد وضع جماعة من الإيطاليين كشافهم تحت جبل. ومجموعة الباحثين عن النيوترالينو في المملكة المتحدة يجرون أبحاثهم على عمق 1100 متر تحت الأرض، في منجم للبوتاس، حيث النقانق توجد تحت سطح البحر. وجهز الباحثون في الولايات المتحدة مكانا لاصطياد المادة الداكنة على مسافة سبعمائة متر تحت سطح البحر، في منجم حديد مهجور في شمال مينيسوتا.

فعندما تتفهم ظروف العمل، تعرف أن هؤلاء الناس لابد أنهم جادون لكن، وحتى الآن، لم يتوصلوا بالضبط إلى شيء. ولقد مضى على الباحثين أكثر من عقد، وفي الواقع، كثير منهم قد كرس أكثر من عقدين من حياتهم في سبيل البحث عن المادة الداكنة، ويعمل باستمرار على جعل الأجهزة أكثر حساسية طول الوقت، ولكننا ليست لدينا أي فكرة دفاعية للسبب الذي يحدث هذا الجذب الغريب في السماوات.

يبدو الأمر بشكل ما مستحيلا، حيث إن هذه الأشياء تمثل ربع الكون، وأننا لا نستطيع أن نعرف حتى الآن ما هي. ولكننا قد نجد بعض الراحة في أننا على الأقل قد لاحظنا فقدانها. وإذا لم نكن لاحظنا ذلك، كان من الصعب تصور مدى الخطأ في تقديرنا للأشياء، عندما أصبح واضحا في سنة 1997، أن جزءا آخر من الكون غائب أيضا دون أي عذر. فإذا كانت المادة الداكنة تمثل مشكلة فإن الكشف عن الطاقة الداكنه كارثة.

إذا كان الكون يتمدد، كما أظهر هابل ذلك، ينبثق في الحال إلى الذهن سؤالان: الأول، بأي سرعة يحدث هذا التمدد؟ والثاني، هل سيستمر التمدد إلى الأبد؟

وتأتي الإجابة عن السؤال الأول من قياس سرعة المجرات المتقهقرة، ومعرفة مدى

بعدها. ولكنك لا تستطيع قياس سرعة مجرة تتحرك بعيدا عنا وتدعي أن ذلك يعبر عن معدل تمدد الكون، فالطريقة التي يتمدد بها الفضاء تشوش على مفهومنا. وكلما بعدت المجرة بعيدا عنا، كلما زادت سرعة تحركها بعيدا. والنتيجة تعرف باسم ثابت هابل وهي تعطي قياسا لمعدل التمدد الحالي، الذي لدينا لأن الفضاء بين الأرض والمجرة يتمدد أيضا. وحاليا، نعتقد أنه نحو سبعين كيلو مترا في الثانية (تقريبا) لكل 3 ملايين سنة ضوئية. والدقة يجب ألا تأخذها محمل الجد أكثر من اللازم، فإن هذه القيمة عرضة للتغير دائما إذا توافرت أجهزة قياس أفضل.

وإجابة السؤال الثاني، من عدة طرق، هو أكثر إثارة. فإذا كان الكون ما زال يتمدد بعد الانفجار الكبير، فإن ذلك التمدد يجب أن يتباطأ، فالجذب المتبادل لكل المواد في الكون يعمل في مواجهة أي تمدد آخر. وهكذا فإن مستقبل كوننا يعتمد على كمية المادة المجهولة هناك في الفضاء، وما هو ترتيبها.

ويعرف الكوسمولوجيون بالفعل شيئا ما حول هذه الأسئلة من ملاحظة علمية سهلة معينة: حقيقة أننا موجودون. لأنه والحال كذلك، فلابد أن الكون تمدد من البداية الساخنة الكثيفة بكمية معينة من الطاقة. وإذا كانت تلك الطاقة كبيرة جدا، فأي مادة تكون قد تكونت ستنتشر رقيقة جدا لدرجة أن الجاذبية لن تستطيع جذب الذرات مع بعضها لتكون النجوم والمجرات والبشر في النهاية. وكلما تمددت المادة أكثر، ستصبح قوة جاذبيتها أضعف وتصبح طاقة التمدد أكثر سيطرة. ويمزق الكون نفسه إربا قبل حدوث أي شيء مثير، البشر مثلا.

وعلى الجانب الآخر، إذا كانت طاقة التمدد قليلة جدا، فالجاذبية ستجذب كل المادة مع بعضها في عملية استرجاع حلقية: فمجرد وجود الأشياء بالقرب من بعضها بعضًا، ستصبح قوتها الجاذبية أقوى، جاذبة إياها أكثر. وفي النهاية سينكمش نسيج الكون في سيناريو يطلق عليه الفلكيون السحق الكبير.

وحيث إن الكون قد أتم تمدده بكمية معينة من طاقة التمدد، وأنتج عالما من نوع عالم جولدي لوك(*) مثل عالمنا – عالم منضبط تماما – يتضمن توزيعا دقيقا للمادة. وإيجازا

(*) جولدي لوك: قصة طفلة تأكل طعام الإفطار، أخذت طبقا أولا وقالت ياه هذا ساخن جدًا ثم الثاني: ياه هذا بارد جدا ثم الثالث هذا مضبوط تماما. (المترجمان).

للكلام. يشير علماء الفلك لكثافة مادة الجاذبية بمصطلح قيمة أوميجا للكون. وقيمة واحد أوميجا، التي تعبر عن ست ذرات هيدروجين ضئيلة لكل متر مكعب من الكون (المتر المكعب من الهواء حولك يحتوي على شيء ما مثل 10 ملايين بليون بليون ذرة)، حيث تتوازن كثافة المادة تقريبا مع التمدد.

ووفقا للنظرية، يعتمد وجود النجوم والمجرات على قيم الأوميجا تبدأ من جزء من مليون بليون من 1 وبسبب طبيعة دورة الاسترجاع بالنسبة لأوميجا، فالبدء بعدم التوازن يعني البقاء في التوازن. واليوم إذا كان المنظرون على صواب فأوميجا يجب أن تظل بالقرب من واحد. والمشكلة هي أننا نعرف أنه لا توجد مادة كافية – داكنة أو خلافها – لتكون أوميجا 1.

وتلك هي المشكلة التي أدت إلى الرجوع إلى الثابت الكوسمولوجي لأينشتاين، الأمر الذي لم ير أي شخص أنه قادم. وقد كان اكتشاف هابل المنتصر لتمدد الكون يعني أن الثابت الكوسمولوجي يمكن إهماله. فمعادلات النسبية العامة لا تحتاج ببساطة عامل تلاعب لتعطي كونا ذا حالة ثابتة، وبحلول سنة 1930، تم الاستغناء عن عامل الجاذبية المضادة لأينشتاين بطريقة مخجلة. ومن كان يتصور أنه بعد سبعين سنة تقريبا، يعود ثانية، ليعاد تجسيده في الشكل الشبحي للطاقة الداكنة؟

بدأ الفلكيون أبحاث الأوميجا في ثلاثينيات القرن العشرين كوسيلة للتنبؤ بمصير الكون. فإذا كانت أوميجا بالفعل واحدًا، سيستمر التمدد بمعدله الحالي. وإذا كان المنظرون مخطئين وأوميجا أقل من واحد، فإن القوة وراء التمدد ستزداد كلما قلت المادة. وإذا ظهر أن أوميجا أكثر من واحد، ستكسب الجاذبية الأمر، ومصير مستقبلنا في طريقه إلى سحق كبير.

بدأ الفلكيون أولا أبحاث أوميجا بمواصلة طرق سليفر وهابل: بقياس خواص الضوء القادم من المجرات: ويعني العدد الهائل لمصادر الضوء في مجرة ما، أن ذلك لن ينتج منه أي شيء دقيق ومع ذلك، يشبه ذلك محاولة قياس خواص حديث البشر بالاستماع إلى ضجة جمهور كرة القدم. وما كانوا يحتاجون إليه هو شيء مفرد، شيء ما يمكن قياس خواصه واستخلاص النتائج من ذلك. وفي سنة 1987 وجدوا ذلك الشيء. فإذا أردت فهم مصير الكون: بدا وأنه عليك أن تعي تماما النجوم المتفجرة: المستعرات العظمى.

لقد شاهدنا المستعرات العظمى في السماوات لقرون، ولقد سجل الفلكي الدانماركي تايكو براهي رؤية إحداها سنة 1572، أي أكثر من ثلاثين سنة قبل اختراع التليسكوب. وهي تحدث عندما يصبح النجم كبيرا جدا وينهار تحت تأثير جاذبية الذاتية. وفي غضون الأسابيع أو الأشهر القليلة التي يحدث خلالها ذلك الانهيار، يتحول النجم إلى نجم نيوتروني أو حتى ثقب أسود، يسطع بقوة 10 بلايين شمس. وشاهدنا مثل هذا المشهد يوم الإثنين الموافق 23 فبراير 1987. وكان انفجار ساندوليك – 202 69، النجم الأزرق العملاق في مجرة سحابة ماجلان الكبرى، ملحوظا لسببين: الأول، لأنه حوّل النجم إلى المستعر الأعظم الأكثر سطوعا الذي أمكن مشاهدته منذ سنة 1604. والثانى لأن ضوءه كان أول من أعطى مقياسا عياريا لقياس المسافات الكونية.

والطريقة التي تبعث بها مستعرات عظمى معينة – وهي تعرف كمستعمرات عظمى من نوع Ia – ضوؤها لها خاصية متميزة تجعلها جذابة بشكل فائق للفلكيين. تنفجر المستعمرات من نوع Ia لأنها تبتلع كمية كبيرة من المادة من نجم قريبا. وعند تحليلك لطيف ضوء ذلك النوع من الانفجار، وكيف يختفي توهجه سريعا، سيدلك ذلك على البعد الذي تحرك به الضوء إلى الأرض، وكيف أن تمدد الفضاء قد مدد من الضوء خلال رحلته.

والعيب الوحيد في ذلك أن لديك نافذة محدودة من الفرصة. فبالنسبة للمستعرات العظمى، التوقيت المناسب هو كل شيء. فإذا أردت الحصول على معلومات مفيدة، عليك أن تجدها خلال أسابيع قليلة من وصول الضوء أولا إلى الأرض. وحيث إن الانفجار يحدث عادة نحو مرة كل قرن في كل مجرة، ذلك يعني الفحص الدقيق لكثير من المجرات بتليسكوبك.

ذلك النوع من العمل المضني هو المشكلة الأزلية للفلكيين. يمكنك تصوير تجربة طبيعة الفلك الشاق داخل مرصد لوويل بفلاجستاف خلال يوم لسليفر. عندما قاد فريقا للبحث عن بلوتو، مستخدما تقنية تعرف برصد الفرق السماوى – (celestial spot- the- difference) –. ضع لوحين فوتوغرافيين لنفس المنطقة من السماء، أُخذا في ليلتين مختلفتين، وضعهما في آلة تسمى المقارن الوميضي، وتستطيع أن تتنقل بين الاثنين وترى على الأغلب مناظر متماثلة كلية. والرابح في

هذه الحالة هو الذي يرصد النقطة البيضاء أولا بين العديد من النقط البيضاء. التي قد تحركت. وهذه النقطة البيضاء التي انحرفت هي الكوكب الذي تبحث عنه.

ولحسن الحظ، شخص ما في معرض لوويل، ميز النقطة المزاحة بسهم أبيض كبير. ولقد جعلت تكنولوجيا قراءة الصور الحدثية رصد ظهور المستعرات الأعظم أكثر سهولة اليوم، فلدينا الكمبيوترات التي تضع السهم الأبيض الكبير. فهي تستطيع مقارنة الصور الفوتوغرافية المختلفة في السماء، ثم تظهر بوضوح الاختلافات. سيكون بعض منها كويكبات وبعضها ستختلف في درجة بريقها، لارتباطها بالثقوب السوداء في مراكز المجرات، والبعض سيكون إشارات كاذبة، ومضات براقة لجسيمات دون الذرية ترتطم بالغلاف الجوى اللأرض. وبين حين وآخر فقط، سيكون أحدهما مستعرا أعظم.

ظهر أول تفسيرات قوية لبيانات المستعرات العظمى في يونيه 1996 من فريق بمعمل لورنس بيركلي القومي بكاليفورنيا (LBNL). تم الإعلان في اجتماع للكوسمولوجيين انعقد للاحتفال بمرور 250 عاما على إنشاء جامعة برنستون، الوطن الفكري لألبرت أينشتاين بالتبني. وهو المكان الملائم تماما لبدء بعث الحياة لثابته الكوسمولوجي، كما تبين فيما بعد.

عندما بدأ الفلكيون الاقتراب من استخدام المستعرات العظمى لرسم خريطة تمدد الكون، كانوا على اقتناع بأنهم سيجدون تباطؤًا في التمدد. فبعد كل ذلك الوقت، فإن قوة الانفجار الكبير قد استنفدت، وحلت محلها قوة الجاذبية، والكوابح أخذت تعمل بإحكام. ومع ذلك، اتضح أن الكون ليس بهذه البساطة.

فلأول وهلة، أكدت نتائج معمل LBNL الشكوك. حيث اقترح ضوء المستعر الأعظم أن تمدد الكون يتباطأ: كانت قوة الجاذبية لمحتويات الكون تبطئ الكون وتضع أوميجا حول (1) في مكان ما.

لكن تلك النتائج كانت مثار جدل. فكل المواد الداكنة – تعطي قيمة 0,3 فقط لأوميجا. هل قلل الكل من مقدار المادة الداكنة؟ يبدو ذلك مستبعدا، أصبح في ذلك الوقت من الممكن تطبيق الطرق المختلفة المتنوعة لتقدير كتلة المجرات، وأظهر كل منها بشكل أكثر وضوحا أن مادة الجاذبية أكثر مما نستطيع رؤيته، وأعطت كل منها تقريبا نفس الأعداد.

فإذا كانت المادة الداكنة تقف على أرض صلبة نسبيا، فماذا يحدث بالضبط؟ كان الكوسمولوجيان مايكل تيرنر ولورانس كراوس موجودين في اجتماع برنستون وكان لديهم الجواب جاهزا. ماذا لو أبقينا على المادة الداكنة عند رقم 0,3، ولندع شيئا آخر يعوض كمية 0,7 الناقصة؟ وبدلا من البحث عن مادة إضافية أخرى، لماذا لا تكون في الواقع طاقة إضافية؟ وقالوا لنعد ثابت أينشتاين الكوسمولوجي.

وكما هو مفروض، فازت التجربة على تخمينات المنظرين. فعندما نشر سول بيرلموتر نتائج مجموعة معمل LBNL، أشارت نتائج المستعر الأعظم أن مادة الجاذبية يمكن تقريبا أن تتمم كل الأوميجا. ولا داعي لاستجلاب الثابت الكوسمولوجي، ولكن فقط على شخص ما أن يوضح أو ينشر تناقص المادة الداكنة. لابد من وجود مادة أكثر هناك.

وكانت المعضلة، أن نتائج بيرلموتر أثارت مشاكل خاصة بها. فإذا عرفت كثافة المادة في الكون، ومعدل التمدد الحالي (ثابت هابل)، ومقدار تباطؤ ذلك التمدد، يمكنك حساب متى بدأ الكون يتمدد، بعبارة أخرى، عمر الكون. وبرقم أوميجا (1) والذي يعود كلية إلى المادة، يضع التباطؤ في البيانات معمل لورنس بيركلي عمر الكون لا يزيد على 8 بلايين سنة. ولسوء الحظ فإن الفلكيين الذين حللوا ضوء أقدم نجوم الكون حددوا عمره بنحو 15 بليون سنة. ولا يحتاج الأمر لعقل خريج متدرب بجامعة هارفارد ليظهر أن الكون ببساطة ليس عمره 8 بلايين سنة إذا كانت النجوم لها من العمر تقريبا ضعف ذلك. وإذا كانت هناك مشكلة حول الثابت الكوني الذي يشكل الأوميجا، هناك أيضا مشكلة باستجلاب أوميجا قيمتها (1) من مادة مستحثه. والحقيقة الصحيحة الوحيدة، على ما يبدو، أن المادة الداكنة مكونة من 0,3 أوميجا، أي شيء آخر قابل للنقاش.

لم يكن الجميع محبطا لهذا المأزق، بل بالأحرى كان واحد منهم، روبرت كيرشنر سعيدا. كان ذلك الفلكي من هارفارد قلقا لأن تجارب المستعر الأعظم الخاصة به تظهر بطيئة للغاية لتباري نتائج فريق LBNL، وأن فريقه قد قهر بالضربة القاضية. بل يبدو أن السباق لفهم مصير الكون ما زال مفتوحا على مصراعيه.

يروى كيرشنر في كتابه العالم المتهور لقصة وراء أبحاث المستعرات الأعظم وإعادة وضع ثابت الكون لأينشتاين بوضوح وفطنة عاليين. وفي النهاية، قلب الطاولة وجاء

أولا بالنتائج التي ميزت عصرا جديدا في الكوسمولوجيا. لكن ذلك بعد أن تغلب على تحامله هو أولا.

كان فريق كيرشنر، المتكون من حفنة باحثين من كل أنحاء العالم، كان يستخدم ملاحظات المستعر الأعظم من خلال تليسكوبات من فوق قمم الجبال في شيلي وأريزونا وهاواى. ومثل مجموعة LBNL، كانوا يبحثون عن مستعرات عظمى جديدة شهرا بعد شهر ثم يقومون بتتبع تلك الواعدة فيها عن طريق تليسكوب هابل الفضائي للملاحظات الأكثر تفصيلا. ويمكن لتليسكوب هابل أن يمشط معلومات حول بُعد أي مستعر أعظم عن الأرض وكيف يختلف ضوؤه عندما يأخذ الانفجار مجراه.

في النهاية تحصلوا على مبتغاهم و لم يتقبلوه بالمرة.

فالانفجارات البعيدة خافتة أكثر مما ينبغي وعلى الضوء أن يتحرك لمسافة أبعد مما يجب. وكان آدم ريس الفلكي الموجود ببيركلي في فريق كيرشنر، أول من صاح قائلا: إن النتائج تشير إلى تسارع. إن تمدد الكون تزداد سرعته.

كان ذلك مستحيلا. لكن حاول قول ذلك للمستعرات الأعظم. وفي كل مرة استخدم رايس بيانات المستعر الأعظم -التوهج والإزاحة الحمراء والخفوت بمرور الزمن - كل ذلك يؤدي لحساب قيمة لأوميجا، قدمت له حساباته أن الكون يحتوي على مقدار سالب للكتلة، والطريقة الوحيدة التي تجعل الأمر منطقيا ومقبولا هو أن نفترض أن الكتلة لم تكن هي القوة الوحيدة الفاعلة لتمدد الكون. فإذا أضفنا، الثابت الكوني، أصبح كل شيء منطقيا ومقبولا. وإذا خيرنا بين وجود كتلة سالبة أو إعادة بعث ثابت الكون لأينشتاين الذي أغفل لمدة طويلة، فالثابت يربح. ولكن بالكاد فقط.

وبحلول يناير سنة 1998، أصبح واضحا من البيانات التي قدمها فريق LBNL في المؤتمر أنها تشير الآن أيضا إلى نفس الاتجاه، حيث نقّحوا تحليلاتهم وتخلصوا من مشاكلهم مثل كيفية الطريقة التي تؤثر بها الأتربة بين النجوم على المشاهدات. والمهم هو، لم يكن هناك من يرغب أن يكون مخطئا. وأصبحت العودة إلى الثابت الكوني لأينشتاين معركة أعصاب، واختبار لكل فريق عن ثقته في مقدرة تجاربه. هل يجب الإفصاح، أو الانتظار قليلا، أو إجراء تجارب أكثر، أو النظر ثانية لأخطاء التعامل مع النتائج؟ والجائزة لأول من

يقدم نتائج العقد العلمية. والمخاطر هي مقاسمة اللوم الذي أصاب أينشتاين.

لم يعجب كيرشنر بالنتائج، وبالتأكيد لم يرغب في أن يوحه له أي لوم. اعترف بأنه فعل كل شيء في مقدرته لكي يجعل الموضوع يمر. وفي 12 يناير 1998 كتب لرايس رسالة إلكترونية بها بعض النصائح قائلا "في صميم قلبك، أنت تعرف أن ذلك خطأ".

في ذلك المساء أرسل رايس ردا مطولا للفريق. وكان رده يشبه الطريقة الشكسبيرية، شيء ما قد يقوله هنري الخامس لو كان فيزيائيا فلكيا قائلا "تعامل مع هذه النتائج ليس بقلبك أو برأسك بل بعينيك. إننا على كل الأحوال مراقبون".

وفي نهاية شهر فبراير أتوا بالنتائج. تلت ذلك عاصفة إعلامية. وأدلى رايس ببلاغة في حديث للمشاهدين لقناة CNN بأن تمدد العالم يتسارع، وأن مكوناته تنفجر منفصلة عن بعضها وأن ثابت الكون لأينشتاتن عاد مرة ثانية دافعا نسيج الكون. ثم أتى كيرشنر بعبارة يبدو غيز شكسبيرية، في 27 فبراير بجريدة واشنطن بوست معترفا " قد يبدو هذا غريبا. لكنه أبسط التفسيرات".

وحتى عندئذ لم يكونوا سعداء. وربما وضع رئيس الفريق براين شميت الصورة بشكل أفضل. وكان رد فعله، بمجلة ساينس "شيئًا ما بين الذهول والفزع".

ومع كل ذلك، أتت مجموعة LBNL بنفس النتائج بعد فترة قصيرة. وما زالت النتائج قائمة. لكن ما الشيء الذي يبعد مكونات الكون عن بعضها؟ إننا ببساطة لا ندري. لكنه يشد أيضا على خيط الاختبار الأقصى للفيزياء.

لكن ذهول براين شميت وفزعه لم يستطيعا البدء في إيقاف الذهول والفزع العميقين اللذين تليا إعلان فريقه. ذلك لم يعد بعد مجرد غموض كوسمولوجي. فلقد نتج عن الملاحظة "غريبة الشكل" المبنية على انبعاث الضوء بواسطة سلسلة من النجوم المتفجرة، نتجت عن ذلك انشقاقات بين كثير من العلماء البارزين على كوكب الأرض. والآن وقد أصبح الثابت الكوني له دور يلعبه، لا يوجد اتفاق على ما الطريقة الأفضل للاستمرار. عبر بول شتاينهاردت، المُنظر بجامعة برنستون نيو جرسي، عن عدم رضائه بأن كثيرا من أفضل عقولنا يبدو أنها فقدت الأمل تماما أن تفهم كوننا، والفضل في ذلك يعود إلى "مشكلة الثابت الكوني". وكتب في مجلة ناتشر في يوليو 2007 "لقد أحبطت بما أرى أن معظم منظرينا على استعداد لتقبله".

والجدل – حرفيا تماما – ضجة حول لا شيء. واللا شيء في الموضوع هو فضاء الكون "الخالي"، الذي هو في الواقع، أبعد كثيرا من أن يكون خاليا.

والكون، سواء كان يحتوي أي مادة أو لا يحتوي، يموج بالطاقة. وفي عشرينيات القرن العشرين، وبعد قليل من مولد نظرية الكم، والتي تصف كيف تسلك الطبيعة على مستوى الذرات والجسيمات ما دون الذرية، استخدم الفيزيائي البريطاني بول ديراك تلك النظرية للتوصل إلى نسخة لنظرية الكم لما وراء خصائص المجالات الكهربية والمغناطيسية. ولقد أدت نظرية مجال الكم لديراك في النهاية إلى التنبؤ بأن الفضاء الخالي به طاقة. وحيث إن الفيزيائيين يشيرون إلى الفضاء الخالي بكلمة الفراغ (Vacuum)، أصبحت طاقة ديراك تعرف بطاقة الفراغ.

ووفقا لأفضل تخميناتنا، لابد لطاقة الفراغ هذه أن تغطي القوة للتسارع "الجاذبية المضادة" المكتشف بواسطة المستعرات العظمى، وعليه فطاقة الفراغ هي الثابت الكوني. والمشكلة هي، أن القياسات من المستعرات العظمى تبين لنا أن طاقة الفراغ ضئيلة. وعادة تقاس بوحدة الجرام (تذكر، وفقا لمعادلة أينشتاين الشهيرة $E=mC^2$، الكتلة والطاقة تقبلان التحول الواحدة إلى الأخرى). وكمية الفراغ المزاحة بواسطة حجم الأرض في الفضاء قد تحتوى على نحو واحد من المائة من جرام معادل من طاقة الفراغ. وذلك يبين مدى صغرها.

ومع ذلك، فعندما يحسب المنظرون طاقة الفراغ من نظرية مجال الكم فإنهم يحصلون على رقم كبير جدا، ويجب بناء على ذلك أن يتشتت الكون إربا بالفعل في تسارع واحد ضخم وشديد النشاط. وهذا معروف على أنه مشكلة الثابت الكوني وهو مقبول على نطاق واسع – حتى بين الفيزيائيين المهتمين – على أنه أكثر الأمور المتباينه الباعثة على الخجل بين النظرية والتجربة على الدوام. المليون رقم كبير، واحد يتبعه ستة أصفار. والتريليون يتبعه 12 صفرًا والتباين بين القيم المقاسة والقيم النظرية لثابت الكون لها 120 صفرًا. أي مائة وعشرين.

وبعد المواجهة بهذا الفشل، تبنى كثير من الفيزيائيين فكرة كان أول من طرحها هو ستيفن واينبرج الحائز على جائزة نوبل سنة 1987. اقترح واينبرج في كتابه "أحلام النظرية النهاية" أن ثابت الكون ربما يوجد في عالمنا دون أن نستطيع بالمرة أن نفسر قيمته.

فإذا كان عالمنا، عالمًا واحدًا فقط بين عوالم كثيرة، فكل منها قد يكون له قيم ثوابت مختلفة. وبلا جدال بعض هذه العوالم عقيمة غير مثمرة، لكن البعض الآخر قد يؤدي إلى إنتاج حياة، وقد يكون هناك واحد على الأقل حيث توجد أشياء مثل بشر تتطور. هذا مسلك العرض الأنثروبولوجي لتفسير طبيعة الكون. (الأنثروبى يعنى خاص بـ "البشر"). وفي نهاية المطاف، يقول هذا العرض بأنه من الضروري أن عالمنا هو ما هو عليه لأنه إذا كان خلاف ذلك فلن نكون موجودين هنا لنشاهده. ولا يستوجب هذا بالضرورة وجود مصمم أو أي غرض آخر، وذلك ببساطه يعني أنه في الأساس إذا كانت الظروف مختلفة، فلن يكون هناك أحد ليلاحظها. وفي الأساس تقول إن حقيقة ما نشاهده هو أن الكون يحدد مدى الأشكال التي يتخذها ويأتي المشهد تقريبا من تأكيد الفيزيائيين أن عالمنا يتكون من قطع متنوعة هائلة مرقعة كاللحاف من عوالم أصغر، كل تلك القطع لها خواصها الذاتية الموزعة بتفرد وعشوائية. وليست هناك حاجة لتفسير قيم الثوابت في كل عالم على حدة.

هذا بالنسبة لكثير من الفيزيائيين، "كتفسير" لقيمة الثابت الكوني، أمر كريه. وكما يقول ليونارد ساسكند الفيزيائي بجامعة ستانفورد، إن اقتراح واينبرج "غير قابل للتفكير فيه، ويحتمل أنه أكثر التصريحات الصادمة التي يمكن أن يطلقها عالم في العصر الحديث".

الفكرة خالية من الذوق لأنها تقلب العلم رأسا على عقب. ولقد قال الفيلسوف كارل بوبر: إن العلم يتقدم فقط بواسطة التكذيب: قد يلقي شخص ما فرضية، وعندئذ يمكن لأي شخص أن يستخدم البيانات التجريبية ليحاول طرحها أرضا. فإذا كذبت النتائج الفرضية، عليك أن تتحول إلى فرضية أخرى. وعندما تصل إلى فرضية تستطيع الصمود للصدامات عندئذ فقط تستطيع أن تبدأ في وضع بعض الثقة فيما يقال.

وفي المشهد الأنثروبي، لا يمكن استخدام هذا المسلك لأن العوالم الأخرى بعيدة عن المتناول. فلن تستطيع تكذيب فكرة أو مبدأ لأنك لن تستطيع أبدا اختباره ببيانات تجريبية. فلن تستطيع بعد الآن أن تفسر لماذا العالم على ما هو عليه، وبدلا من ذلك، فالعالم هو ما هو لأن ذلك يصنع نوع عالم تستطيع العيش فيه. فهل هذا علم؟ يقول ساسكند، ربما هو ذلك بالضبط، ويعتقد أنه من المحتمل أن واينبرج على صواب. وإذا أردنا أن

نتقدم نحو فهم الكون، فربما علينا من الآن التخلي عن كارل بوبر ومؤيديه – الذين أطلق عليهم ساسكند – البوبارزيين – على أنهم الحكماء النهائيون لما هو علم وما ليس بالعلم. ولعل علينا فقط تقبل ذلك، مهما تسبب ذلك من غضب للبوبارزيين، فقد تكون قوانين عالمنا هي ما هي بسبب وجودنا نفسه.

وعلى الرغم من صعوبة هضم هذا المفهوم، فإن هناك من الأسباب ما يجعلنا نأخذه مأخذ الجد. فنظرية مجال الكم تقترح، أنه إذا وجب علينا استخدام الثابت الكوني لإكمال وصفنا للكون، فعلى كوننا في الواقع أن يكون واحدا من عدة عوالم. وربما هو كذلك كما كتب إي. إي. كمنجز ذات مرة "هناك عالم جيد للغاية بالجوار".

في جذور هذه المناقشة يوجد مبدأ عدم التيقين لنظرية الكم، والذي يقول إن الخواص الأساسية لأي نظام لا يمكن أبدا تحديدها بالضبط لأن بها غموضًا جوهريًا. فعند استخدام مبدأ عدم التيقن عندما يُطبق على نظرية مجال الكم، ينتج التضارب الطبيعي لخواص مناطق معينة في الكون. وبالأحرى فالعالم يشبه بالونة بها العديد من نقاط الضعف، كلما انفتح العالم، كلما تمكنت تلك الاضطرابات من النمو، منتجة مناطق جديدة في المكان والزمان. وبعبارة أخرى عالم يتضمن ثابتًا كونيًا يظهر من طاقة الفراغ والذي بدوره ينتج عوالم فقاعية طول الوقت. ثم تنتج هذه الفقاعات بدورها عوالمها الطبيعية الجديدة، وهكذا إلى ما لا نهاية. وما نعتقد أنه العالم، ما هو إلا منطقة واحدة فقط في الزمكان في بحر رغوي من العوالم الصغيرة.

والآن هناك كثير من المؤيدين لفكرة العرض الأنثروبي، خاصة بين المنظرين، ولهذا السبب وضع شتاينهاردت نفسه وسط الأقلية. ولكن إذا لم يكن متاحا لنا التوصل لتلك العوالم الفقاعية لنرى ما إذا كانت لديها ثوابت مختلفة أم لا، ألسنا في الواقع نستغني عن الفيزياء؟

كان هذا صلب النقاش في بروكسل، وكان شبح أينشتاين يطل فوق كتف الجميع. أيجب علينا أن نهز أكتافنا ونضع قيمة الثابت الكوني في نوع العالم الخاص الذي نعيش فيه؟ هل في استطاعتنا أن نواجه فكرة أننا قد لا نفهم أبدا ما هو معظم الكون، أي أننا لن نصل أبدا لجذور الطاقة الداكنة؟ الجواب كان بكل من نعم ولا: نعم هذه احتمالية علينا مواجهتها حالا، ليس هذا معناه فقد الأمل في الحصول على تفسير. وكان دافيد جروس،

الذي رأس المؤتمر، سريعا في الإشارة إلى ملحوظة أنه في مؤتمر سولفاي الأول في سنة 1911، كان الفيزيائيون في حيرة مماثلة. لقد أظهرت بعض المواد التي تطلق جسيمات وإشعاعات بطريقة تبدو منافية لقوانين الحفاظ على الكتلة والطاقه.. وجاء التفسير بعد سنوات قليلة، عندما تطورت نظرية الكم. حيث قال جروس في اجتماع سولفاي سنة 2005 "كانوا غافلين عن شيء أساسي مطلق. "ربما أننا نفتقد أيضا شيئا بنفس العمق كما كانوا هم في ذلك الوقت".

وهكذا ما ذلك "الشيء الأساسي"؟ هل لدينا أي مفاتيح لذلك اللغز؟ والجواب يعتمد إلى من يوجّه السؤال. ويقدم آدم رايس، الرجل الذي شدتنا بلاغته الشكسبيرية إلى عصر الطاقة الداكنة، اقتراحا مستفزا. حيث يقول، ماذا في الأمر لو أننا فقط لا نعرف ما يكفي حول كيفية عمل الجاذبية؟ ربما ليس هناك أي مادة داكنة، ولا أي طاقة داكنة. ربما كنا خلال الأربعة قرون الماضية غافلي البصر عن أخطاء دفينة في قانون الجاذبية لنيوتن، وهذه الأخطاء تقبض على مفاتيح إعادة وجود العالم المفقود.

لم يكن رايس هو أول من أثار الفكرة، و لم يقل أيضا إن بها بالضرورة أي ميزة. وكان الموقف بالنسبة له أنه احتمال، وما زال قابلا للدحض. وكان لدى فيرا روبين نفس الشعور. وكانت تظن أن تسعة وتسعين من بين مائة من الفيزيائيين ما زالوا يعتقدون في وجود مشكل ما من مادة داكنة تملأ الكون، وأن تأثيرها الجاذبي هو الذي يجعل المجرات متماسكة معا. ولكن بدا لعينيها أن تغيير المبادئ الأساسية للفيزياء يبدو خيارا أفضل.

وبأخذ ذلك في الاعتبار، يمكن أن يكون إصلاح الأمر بسيطا نسبيا. وكان أول من اقترح ذلك العالم الإسرائيلي موردخاي ميلجروم سنة 1981. ويتلخص في الأساس أن تُعدَّل قوانين نيوتن للجاذبية لدرجة أنه عند المسافات الكبيرة، ذلك النوع من المسافات التي تمتد عبر المجرات وحتى عبر مجاميع المجرات، تصبح الجاذبية أقوى بعض الشيء عما قد تتوقعه. وتعرف هذه الفكرة بديناميكا نيوتن المحوره – Modified Newtonian Dynamics (MOND) – والتي تسبب الكثير من المتاعب – على الرغم من أنها تبدو غير ضارة.

وعند تناول شيء ما متسق بشكل مثالي على مدى أربعة قرون، شيء جاء به رجل

يعتبر أعظم عالم جاد به الزمان، ونقترح أنه يحتاج لقليل من التعديل، فهذا أمر به كثير من الجرأة. و لم يؤخذ اقتراح ميلجروم أول الأمر على محمل الجد. لكنه اكتسب دعم عدد قليل من المناصرين. وكان من بين أهم المناصرين فلكي شاب يدعى ستاسي ماك جف.

وقد تلقى ماك جف هجوما عنفيا لدفاعه عن فكرة ديناميكا نيوتن المحورة، مما وجب أن يتم إعطاؤه بعطف واقيًا من الرصاص. وإذا كانت مشكلة المادة الداكنة التي تم غض البصر عنها لمدة أربعين سنة قد علمت فيرا روبين مدى غباء العلماء، فلقد علمها ماك جف، الذي كان في يوم ما أحد تلاميذها، شيئا ما آخر، كيف أن العلم مقاوم تماما للتغيير.

ألقى ماك جف في مارس 1999 محاضرة في معهد ماكس بلانك بألمانيا حول ديناميكا نيوتن المحوَّرة. لم يكن هناك أي أحد على استعداد لاعتناق الفكرة. وقالوا، إذا كنت تريد منا أخذ فكرتك محمل الجد عليك التنبؤ بشيء ما، موثقا بالتجربة، وعندئذ سنصغي إليك.

بعد شهور قليلة نشر ماك جف بحثا بمجلة الفيزياء الفلكية، والذي أثار السؤال غير اللائق "ماذا إذا لم تكن هناك المادة الداكنة؟". وقال، ربما تكون النتيجة سمة معينة في الخلفية الإشعاعية للكون، صدى للانفجار الكبير، ربما يكون مختلفا لما توقعه الداعون للمادة الداكنة. وقد يظهر ذلك، طيف القوة (power spectrum) وهو نوع من انهيار للإشعاع. ولقد تنبأ كل من نموذج المادة الداكنة وديناميكا نيوتن المحورة بأن طيف القوة قد يأخذ شكل سلسلة من القمم والقيعان. وتقول نظرية المادة الداكنة إن القمة الثانية قد تكون أقل قليلا من الأولى، ولكن ليس بشكل لافت للنظر. وأشار ماك جف، دون المادة الداكنة، ستكون القمة الثانية، منخفضة كثيرا، ودعونا نرى ما يحدث عندما تظهر النتائج.

نشر ماك جف بحثه في أواخر سنة 1999. وكانت روبين بمؤتمر في سنة 2000، تراقبه يلقي عرضا عن بحثه لجمع من الفلكيين. والآن أتت البيانات. و لم تكن هناك قمة ثانية. لم تكن هناك أي قمة على الإطلاق.

منح ماك جف فسحة من الوقت لعشر دقائق. ولاحظت روبين غير مصدقة عندما

انتهى ماك جف من عرضه، كان هناك سكون تام. واسترجعت الموقف قائلة "لم يتبع ذلك ولا حتى سؤال واحد". وأضافت، والأكثر من ذلك، بدأ بعض من الفلكيين المرموقين مناقشة النتائج الجديدة صباح اليوم التالي دون التطرق إطلاقا إلى حقيقة أنهم على خلاف على نموذج المادة الداكنة المقبول.

وأصبحت روبين منذ ذلك الوقت متعاطفة مع ديناميكا نيوتن المحورة. جزئيا بسبب أنها لا تفضل الفكرة التي تقحم الجسيمات الجديدة المثيرة لتقدير الملاحظة المباشرة تماما، وجزئيا أيضا لأن فلكيي الاتجاه العام لهم تأثير جيد على العامة، ويملكون علاقات عامة جيدة، وقالت إن هذه العلاقات تحبط المناقشات العلمية الملائمة. وروبين مناصرة دائما للمهضوم حقهم في العلم.

ولفترة طويلة، لم تكن فكرة ديناميكا نيوتن المحورة مهضومًا حقها فقط. بل وكما أدلى ماك جف بشهادته، كانت شبيهة بكلب أجرب يجلس خارج قاعة المؤتمر، ولهذا الغرض بالذات لم يكن جمع فكرة تحوير الجاذبية بواسطة الفيزيائي الإسرائيلي أفضل كثيرا من اقتناع الغالبية بالمادة الداكنة. ولكن عندئذ، في سنة 2004 بدأ جاكوب بيكينشتاين الاهتمام بالأمر.

ولد بيكينشتاين في مكسيكو سيتي، ودرس الفيزياء في معهد البولتيكنيك في بروكلين وجامعة برنستون، ويعمل الآن أستاذا بالجامعة العبرية بالقدس. ولقد أثار غضب ستيفين هوكينج وهو في شبابه بتقديمه اقتراحات مثيرة للجدل حول الثقوب السوداء (والتي ظهر فيما بعد أنها صحيحة)؛ وينظر إليه الآن كواحد من أعظم عقولنا الهائلة. وبمجرد أن طور بيكينشتاين نسخة من نسبية أينشتاين لتلائم بشكل خاص لماذا يجب أن تأخذ ديناميكا نيوتن المحورة بصورة جدية، لم يكن أمام عالم الفيزياء أي خيار إلا الجلوس والإنصات. فعندما بدأت ديناميكا نيوتن المحورة النسبية لبيكينشتاين تتلاءم بشكل جيد مع الملاحظات الأخرى للمجرات، الأمر الذي كان يوما ما فكرة هامشية، أصبحت فجأة ينظر إليها بكل اهتمام. وعندما بدأ داعمو المادة الداكنة لفترة طويلة أن يحولوا دعمهم بدأت الأمور تأخذ منحنى غير سار.

في بعض الأحيان يحدث أن فكرة أن العلم هو فرع من المعرفة محايد وحريص ويتجنب الانحياز، أن يسبب ذلك يوما عصيبا. كان يوم 21 أغسطس سنة 2006 هو

يوم من مثل هذه الأيام، عندما أعلن في ناسا في تصريح إعلامي "أن ناسا وجدت الدليل المباشر للمادة الداكنة".

كان الصباح فرحا حول مشاهدة التصادم الضخم بين مجموعتين عنقوديتين من المجرات، تعرف بشكل جماعي بالمجموعة العنقودية القذيفة. ووجد الفلكيون، نتيجة ذلك التصادم أن المادة الداكنه قد انفصلت عن المادة العادية. واستدلوا على ذلك من الطريقة التي يلتوي بها الضوء حول ما يبدو كمساحة خالية في الفضاء. وكواحدة من أعظم نجاحات أينشتاين هي إظهاره أن الكتلة والطاقة تشوهان نسيج الكون نفسه. فأي إشعاع سواء كان ضوءًا أم أشعة سينية – يتحرك عبر الفضاء محملا بنجوم ضخمة وكواكب، سيسلك وفقا لذلك مسارا مقوّسا بدلا من مسار مستقيم. وهكذا عندما سجل تليسكوب شاندرا بوكالة ناسا الضوء الملتوي حول الفضاء الخالي، دون وجود أي مادة مرئية في القرب، بدا ذلك كالضربة القاضية وجهتها المادة الداكنة مركزة في عين مثيري القلاقل الذين يدعون أنه لا حاجة للجوء للمادة الداكنة أو الغبار العابث أو مهلبية الفضاء السحرية (كما قرر أحد الأدباء الساخرين أن يدعوها) لتفسير الكون.

وضع التصريح الصحفي حالة الاتجاه الرئيسي بفخامة حيث قال دوج كلوي من جامعة أريزونا بمدينة تكسون وقائد فريق الدراسة "يبدو أن عالمًا تسيطر عليه المادة الداكنة غير معقول، ولذلك أردنا أن نختبر إذا كانت هناك أي عيوب أساسية في تفكيرنا أم لا. ولقد قدمت هذه النتائج برهانا مباشرا على وجود المادة الداكنة".

إلا أنها لم تكن كذلك بالضبط. إنها، وكما أقر التصريح الإعلامي فيما بعد، ببساطة "أن ذلك كان أقوى الأدلة حتى هذه اللحظة على أن معظم المادة في الكون داكنة".

واستطرد التصريح بأن ذكر أن البعض ما زالت لديه الجرأة بأن يشكك في وجود المادة الداكنة. ومن الظاهر، أنهم لا يستطيعون ذلك الآن. "فعلى الرغم من الأدلة الجديرة بالاعتبار بالنسبة للمادة الداكنة، اقترح بعض العلماء نظريات بديلة للجاذبية حيث تكون أقوى على المقاييس ما بين المجرات، أقوى مما يمكن التنبؤ بها عن طريق نيوتن وأينشتاين، متخلين عن الحاجة للمادة الداكنة. ولكن مع ذلك، فمثل هذه النظريات لا تستطيع تفسير التأثيرات المشاهدة لذلك التصادم".

قد تظن، أن نظريات الجاذبية المحورة قد انتهى عهدها. إلا أنه على ما يبدو، لم يسأل أحد في الواقع جمهور الجاذبية المحورة ما إذا كانت نظرياتهم قادرة أو غير قادرة على تفسير التأثيرات التي نلاحظها عند التصادم. وفي الواقع لم يفحص أي شخص أرشيف الأبحاث حيث يضع الفيزيائيون أحدث نتائجهم ونظرياتهم بشكل روتيني.

وقبل شهرين من الإعلان الناجح لوكالة ناسا، كان الباحثون في نظرية بيكينشتاين النسبية لديناميكا نيوتن المحورة يلقون نظرة خاطفة على مجموعة القذيفة العنقودية. وكان عنوان بحثهم الطريف "هل تستطيع ديناميكا نيوتن المحورة تلقي قذيفة؟" وتم نشر البحث في مجلة فلك تلقى احتراما، وتقدم مقالات جديرة بالقراءة. ويجادل البحث بأنه، ليس هناك أي شيء في مشاهدات شاندرا تناقض ديناميكا نيوتن المحورة النسبية. كما كان رد فعل ميلجروم أيضا غامضًا. وقال، لقد سمعنا مثل هذه الادعات منذ ثلاث سنوات، إن مجتمع الديناميكا المحورة كان لديه الكثير من الوقت لهضم المادة، ولمناقشتها خلال المؤتمرات ولكي يجعلوا المؤلفين يطلعون كيف تستطيع نظريتهم تفسير ذلك "لكن يبدو أنهم لا يصغون". ومن وجهة نظر ماك جف؛ أنه من الصعب على ديناميكا نيوتن المحورة تفسير مجموعة القذيفة العنقودية دون الاستعانة بمادة ما غير مرئية، ولكن ليست هناك حاجة لأي شيء مثير. فوجود بعض النيوترونات (والمعروف أنها موجودة، ويصعب تحديدها، وتعطي جزءًا صغيرًا من المادة الداكنة في النظرية القياسية) قد تكون كافية لتفسير الملاحظات. كما يشير ماك جف أيضا، علاوة على أننا نعرف أن أنواع الجسيمات التي تتكون منها نحن وتعرف بالباريونات تكون أربعة في المائة من الكون، لكنها تعرفنا فقط مباشرة على عشر الباريونات التي نعرف أنها موجودة. وهل يمكن أن تكون تلك "الباريونات الداكنة" موجودة ضمن مجموعة القذيفة العنقودية؟

وحتى ديناميكا نيوتن المحورة ومعها النيوترونات والباريونات الداكنة لم تكن البديل الوحيد. فبعد تسعة أيام من المؤتمر الصحفي لوكالة ناسا أرسل جون موفات الفيزيائي الكندي رأيه إلى الأرشيف. وقال إن نظريته للجاذبية المحورة، يمكن أيضا أن تفسر ملاحظات شاندرا دون الاستعانة بأي مادة داكنة.

وموفات من هؤلاء العلماء الأكثر ندرة: لقد علم نفسه ذاتيا، فقد ترك باريس فنانا

معدما، ومع ذلك صعد نجمه ليحتل مواقع أكاديمية رفيعة. وقصة حياته تشبه الروايات الخيالية: حيث كتب رسالة إلى أينشتاين سنة 1953 وهو في العشرين من عمره معلقا على بعض التضمينات في أفكار الرجل العظيم. وكتب أينشتاين ردا، معجبا بأعمال موفات واستيعابه، وبدأ يفتح الأبواب للشاب الصغير. وبحلول عام 1958 حصل موفات على الدكتوراه من كلية ترينتي بكمبريدج، دون أن يحصل أبدا على الشهادة العلمية الأولى.

لم يكن هذا التوفيق مصاحبا لموفات على الدوام. وكانت عبقريته غير التقليدية تؤدي به إلى أفكار غير عادية، وفي العلم الأمور المألوفة تلقى الاهتمام. وكانت فكرته الكبرى – أنه ربما تكون سرعة الضوء مختلفة في الماضي – فكرة سابقة بنحو عقد. ومع العلم بأن موفات لم يستطع نشر ذلك إلا في مجلة قليلة الانتشار في أوائل تسعينيات القرن العشرين، لكن الفكرة أصبحت في الصدارة في الفيزياء بعد عشر سنوات. وحتى عند ذلك كان على موفات تحمل الكثير من الهياج قبل تلقي أي تقدير يذكر.

وما زال يتلقى الهجوم لكن الآن في عالم المادة الداكنة. ويُدعى تفسير موفات لمنحنيات دوران المجرات المبسط، وإنَ كانت بطريقة غير لائقة لكنها على الأقل دون غرور، بالجاذبية المحورة Modified gravity (MOG) أي هي كذلك. ولكن وفقا لموفات، تعد (موج) MOG التعديل الطفيف لجاذبية نيوتن بحيث يجعلها أقوى قليلا من الجاذبية العادية عند المسافات الأكبر، وذلك يفسر مشاهدات شاندرا.

قد تكون المادة الداكنة موجودة هناك، وقد لا تكون. هناك بدائل، وأي مشاهد محايد عليه أن يقول إن موضوع المادة الداكنة لم يتم التوصل لحل فيه. ولقد انتظرنا حتى الآن أكثر من ستين عاما للتوصل إلى دوران المجرات الغريب، ويحتمل أن أيًا منا أحياء اليوم قد لا نجد الحقيقة حول المادة الداكنة. وقد نعرفها غدا. ومع ذلك، وحتى نصل لذلك، كما أشار آدم رايس فإننا لسنا متأكدين حول الطاقة الداكنة.

لا يعني ذلك أن الباحثين في مجال الطاقة الداكنة يمضون الوقت في اللعب. فلقد تم تكليف مؤسسة العلوم القومية وناسا ووزارة الطاقة بإيجاد أفضل الطرق لاستكشاف أحجية الطاقة الداكنة، وفي سبتمبر 2006 أصدرت مجموعة العمل تقريرها. وأوصت معظم النتائج "ببرنامج طموح" من التجارب والملاحظات الفلكية التي قد تساعد على التوصل لشيء ذي مغزى بالمرة. ومع ذلك، كان ما هو أكثر إثارة وغرابة، فبجانب كل

توصيات البرنامج أوحى رئيس المجموعة بهدوء بوسيلة أخرى لتتبع موضوع الطاقة الداكنة. فقال إدوارد "روكي" كولب، إن ما نحتاجه في الواقع هو أينشتاين آخر.

اقترح كولب أن الطاقة الداكنة قد يمكن حلها لو عدنا إلى الوراء بالفيزياء لخمسة وثمانين عاما. حيث يقول، إن جزءًا من المشكلة، هو افتراضات المنظرين لحل معادلات أينشتاين في عشرينيات القرن العشرين (الحلول في الأساس، توصيفات رياضية للكون). لقد افترضوا أن الكون isotropic، أيزوتروبي أي هو نفسه، بصرف النظر في أي اتجاه تنظر إليه.

وإذا لم يكن ما نعرضه أمرا غريبا، تصور أنك تقف داخل كعكة صَغيرة مليئة بفاكهة التوت الأزرق وتنظر حولك. التوت الأزرق محيط بك يسارا ويمينا ومن فوق ومن تحت، أي في كل مكان تنظر، ليس هناك اختلاف ملحوظ في كيفية توزيع التوت داخل الكعكة الصغيرة. ستبدو رؤيتنا من داخل ذلك الكون هي نفسها. ومن المؤكد، إذا نظرنا في اتجاه معين في المجموعة الشمسية أو بمجرة درب اللبانة، سنرى سمات مألوفة معينة لن تكون موجودة إذا نظرنا في اتجاه آخر. وفي اللحظة التي ننظر فيها أبعد من منطقتنا المحلية، يبدو الكون متماثلا في كل اتجاه.

لكن هل الأمر كذلك؟ مثالا نعرف بالتأكيد. هناك همهمة تدور بين الفلكيين بأن قياسات الموجات المكروية للخلفية الإشعاعية للكون، صدى الانفجار الكبير، تعطي ملامح بأن الكون ليس أيزوتروبيا، وأن بعض الفلكيين يظنون أن هناك أسبابًا معقولة لاسترجاع مفهوم تم استبعاده في نهاية القرن التاسع عشر، الأثير، كينونة وهمية تجعل من السهل أن يتحرك الضوء والجسيمات عبر الكون في اتجاه معين دون آخر. وأي من السيناريوهين يبطل اقتراح الأيزوتروبية. وفي نفس اللحظة، ليس لدينا معلومات كافية لنعرف أي شيء بالتأكيد، لكن من الواضح أننا، لكي نقترب من الحقيقة حول العالم المفقود، فما نحتاجة في الواقع هو النظرية التي لا تقدم الافتراضات. وبهذه النظرية فقط يمكن أن نتأكد أننا لا نقود أنفسنا إلى الخطأ.

هذا قول سهل صعب تنفيذه. ولوضع الأمر بشكل قاطع دون مواربة، إننا لسنا بالذكاء الكافي حتى نصف الكون دون وضع تلك الافتراضات المبسطة والتي ربما تكون كارثية. وقد لا يكون ذلك لغزا مستحيلا، على قدر علمنا. وهي أننا إذا وقفنا دون التبصر

المطلوب، فلن نستطيع القيام بالرياضيات. إننا مثل الجيل الذي سبق أينشتاين. ولكن، يقول كولب، في يوم ما سيتمكن شخص ما من حل معادلات أينشتاين دون اقتراحات الأيزوتروبية المعوقه، وقد يلقي ذلك الشخص بشيء مثير، شيء ما مثل تفسير للطاقة الداكنة. وفي ذلك اليوم، سيكون مشهد الكون غير المتاح – إذا كان مثل هذا الشيء موجودا بالفعل – لن تصبح له بعد ذلك أي علاقة لفهمنا للكون.

إن هذا بكل تأكيد شيء نتوق إليه. ومع ذلك، ففي الوقت الحالي كل ما لدينا هو أن نكون محافظين على طريقة سليفر ونعلن بكل ثقه أن هناك بالكون أكثر مما نعرف حاليا. وأن الكون ما زال ناضجا للمزيد من الدراسة.

من يدري ما يخبئ القدر من غرائب؟ وخاصة إذا كانت الطاقة الداكنة والمادة الداكنة ليستا هما الملامح الوحيدة بل هناك أشياء أخرى تنتظر إدخالها في قوانين الفيزياء. هناك من الأسباب، ما يوحي بالشك، مثلا، بأن ما نسميه بقوانين الفيزياء تنطبق بالضرورة في كل مكان بالكون. أو أنها قابلة للتطبيق لكل زمان في التاريخ. ذلك بالتأكيد قد يغير رؤيتنا لتطور الكون. ومع ذلك، وقبل الاستغراق في هذا المسلك يجب علينا أن نفحص قصة المركبتين الفضائيتين اللتين أطلقتا في سبعينيات القرن العشرين. وهي في الوقت الحالي تترك مجموعتنا الشمسية، ولكن في مسار مختلف بشكل طفيف جدا وغريب عن المسار الذي خُطط له. وربما يمكن للشذوذ الرائد أن يدلنا ما الخطأ في كوننا.

2

شذوذ سفينتي الفضاء بيونير

سفينتا فضاء تستهينان بقوانين الفيزياء

يقدم إسحق نيوتن الأمل لكل شخص يبدو محدود الإمكانات. ولد نيوتن قبل موعده، قزمًا بين حذيثي الولادة ووفقا لأمه، يمكن "وضعه في كأس سعة لتر". كان بين أقل أقرانه إنجازا في المدرسة. ثم وهو في سن الثالثة والعشرين، أتى بالنظرية العالمية للجاذبية. وتقول النظرية إن هناك قوة بين أي جسمين "تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما".

ومع أنها تبدو بسيطة إلا أنها صاروخ علمي حرفيا بكل ما في الكلمة. وكل شيء نطلقه في الفضاء محكوم بقانون التربيع العكسي، هذا لأن علماء الصواريخ عليهم تطبيق القانون حتى يفهموا كيف ستتحرك مركبتهم عبر مجالات جاذبية الكواكب والأقمار في مجموعتنا الشمسية، وفيما وراء ذلك، كما في حالة مسباري بيونير.

ومنطقيا، قد لا يكون مسبارا بيونير 10 و11 "وبيونير" الفضائية مجال اهتمام أي إنسان. فلقد أطلقا في سبعينيات القرن العشرين وهما الآن خارج أطراف مجموعتنا الشمسية ينجرفان بهدوء في الجزء الخاوي. كان آخر اتصال ببيونير 10 يوم 10 يناير 2003، عندما أرسل إشارة ضعيفة إلى الأرض. وهي الآن على بعد نحو 8 بلايين ميل، متخطية مدارات نبتون وبلوتو ولن تصل إلينا منها أي إشارة مرة أخرى، لأنها ليس بها

أي طاقة الآن لترسل أي إشارة. وستأتي اللحظة المهمة التالية بعد مليوني سنة عندما، وفقا لحسابات مبنية على قانون الجاذبية الذي قدمه نيوتن قبل ثلاثة قرون بالضبط، عندما ترتطم بنجم الديباران في كوكبة برج الثور.

ومع ذلك فإن مسباري بيونير يلمحان أن القانون قد يكون مخطئا، أو على الأقل مخطئا بالنسبة لتلك الحسابات المعنية. فالمسباران ينجرفان عن مسارهما. وفي كل سنة من رحلتهما ينجرف المساران ثمانية آلاف ميل بعيدا عن هدفهما المقصود. وهذا ليس بالكثير إذا اعتبرت أنهما يقطعان 219 مليون ميل سنويا، وما يسبب الانحراف هو نحو 10 بلايين مرة أضعف من قوة جذب الأرض على قدميك. وعلى الرغم من ذلك، فهي موجودة، تلقي بشكوكها حول عالمية واحد من أعظم منجزات نيوتن.

فكرة أن مسباري البيونير يهددان قوانين الفيزياء المعروفة أمر ساخر عالميا، وحتى بين الناس الذين يحاولون إيجاد مغزى للشذوذ. والحقيقة التي نادرا ما يقربها أحد، مع ذلك، هي أن ناسا قد خططت بوضوح استخدامها لاختبار قوانين نيوتن. ولقد فشل القانون في الاختبار، أليس لنا أن نأخذ هذا الفشل بجدية؟

في سنة 1969، وبينما كانت معظم الأنظار تتابع هبوط أبوللو على سطح القمر، كان جون أندرسون يركز اهتمامه على مسباري البيونير. وبما أنه الباحث الرئيسي، وظيفة التأكد من أنهما يجربان كل شيء على ما يرام أى مراقبة الكواكب الخارجية. ومع ذلك خطر لأندرسون أنهما يمكنهما القيام بأكثر من ذلك.

ومسابير البيونير كمركبات فضائية متفردة. فكل السفن الأخرى بها وسائل لمراجعة توجيهها والحفاظ على مسارها بأن يكوّن، مثلا، مثلثات في موقعها حول نجوم معينة. وإذا وجد علماء البعثة أن السفينة قد حادت عن مسارها، يمكنهم إشعال صاروخ لتصحيح أي انحراف. على الجانب الآخر كان بيونير 10، 11 قادرين على الحفاظ على أنفسهما ثابتين باستخدام نفس الحيلة التي تحافظ على قمة لعبة الأطفال المغزلية في الوضع الرأسي: فهي تسلك طريقها في الفضاء بالدوران المغزلي. والدوران المغزلي يعطي القوة التي تثبت توجه القمة، وفي حالة البيونير، يعني ذلك الدوران أن علماء البعثة ليس عليهم أن يقلقوا حول إشعال أي صواريخ دافعة للحفاظ على مسار السفينة.

أيقن أندرسون أنه، حيث إنهما كانا يتحركان تحت تأثير الجاذبية وحدها، فإن مسارات البيونير قد تقدم الاختبار الأمثل لطبيعة الجاذبية. وقد اقترح على وكالة ناسا استخدام المسبارين لهذا الغرض بجانب هدفهما الرئيسي، استكشاف كوكب المشترى والمجموعة الشمسية الخارجية. وافق المسئولون بناسا على أن ذلك اختبار جيد، مدعمين التجارب الإضافية.

في 2 مارس 1972 تم إرسال أول مسبار بيونير من قاعدة كاب كانافرال(*). وفي 5 أبريل 1973 أرسل بيونير11. ومرت سبع سنوات، استقال فيها ريتشارد بكسون، وسقطت سايجون، وتولت مارجريت تاتشر رئاسة الوزارة في بريطانيا. ثم لاحظ جون أندرسون شيئا غريبا.

خلال كل سنوات رحلات البيونير، كانت الأجهزة على سطح المختبرات ترسل قراءتها إلى الأرض. وفي سنة 1980 لاحظ أن قراءات المسار أصبحت غير ذات معنى ولا تقدم شيئا مفهوما: ويبدو أن كلتا السفينتين تنجذبان نحو الشمس. تحدث أندرسون إلى عدد من الفلكيين في فريقه حول هذا الشذوذ، لكنه لم يفصح بهذا الأمر للغاية لأنه لم يكن في استطاعته تفسير ذلك. ثم سنة 1994 تلقى مكالمة تليفونية من فيزيائي مصمم بالمعامل القومية بلوس ألاموس بنيومكسيكو.

كان مايكل مارتن نيتو في بعثة للبحث في مدى كفاءة نظريات الجاذبية. وكان كلما تصادف وقابل الفيزيائيين الآخرين، كان يسألهم السؤال الذي يبدو سؤالا ساذجا: هل مازلنا نستطيع التنبؤ بحركة الأشياء مستخدمين قانون التربيع العكسي لنيوتن إذا كانت تلك الأشياء موجودة خارج المجموعة الشمسية؟ وفي النهاية، تحدث إلى شخص ما في فريق أندرسون، والذي قال إن ذلك قد لا يكون سؤالا ساذجا، وعليه يجب أن يسأل جون أندرسون عن رأيه في ذلك. قام نيتو بإجراء المكالمة.

قال أندرسون: "حسنا، هنا حيث ذلك الشيء البيونير".

وفي اللحظة التي نهض فيها نيتو من الأرض، بدأ يتكلم بشكل مستفيض حول الموضوع. وهكذا أصيب سلافا توريشيف بميكروب البيونير.

(*) قاعدة كاب كانافرال بفلوريدا قاعدة جوية لعبت دورًا مهمًا في برنامج الفضاء واختبار الصواريخ بالولايات المتحدة. (المترجمان).

كان لتوريشيف حق التميز بأن يكون أول عالم سوفيتي يوظف بمعمل الدفع النفاث بوكالة ناسا Jet Propulsion Laboratory (JPL) في بسادينا بكاليفورنيا. وعندما تصادف سماعه قصة نيتو، كان مدعوًّا للقيام ببعض الأعمال التي تتعلق بموضوع تخصصه، النظرية النسبية العامة، المعادلات التي تصف كيف تشكل المادة والطاقة الكون. كان من المفروض أن يبقى في كاليفورنيا عاما واحدا فقط، وكان يعتقد أن ذلك وقت كاف تماما لحل ذلك الأمر الفارغ حول موضوع البيونير. مرت خمس عشرة سنة وما زال هناك ويرأس فريقًا لبحث هذا الشذوذ.

كان من المفروض لسلافا توريشيف إذا تتبع عشقه الأول أن ينتهي به الأمر بأن يكون مهندسا، ليس منظرا متخصصا في النسبية العامة. نشأ توريشيف في منطقة نائية من جبال ألتاي فيما يعرف الآن بكازاخستان، وقضى توريشيف طفولته على بعد مسافة قليلة من القاعدة الفضائية في بايكانور، المكان الذي تبدأ منه رحلات رواد الفضاء. ومن ذلك المكان صعد يوري جاجارين إلى الفضاء سنة 1961. وهكذا الآن في سبعينيات القرن العشرين أصبح السوفيت خبراء في رحلات الفضاء. وكان توريشيف الصغير يراقب من شرفة منزله في هلع انطلاق الصواريخ وهي تحرق السماء في حدة. وبعض الأحيان أثناء جولاته الصيفية في الجبال هو ووالده يعثران على الشظايا المبعثرة. كان يعرف تماما ما مصدرها. لقد راقب صواريخ المرحلة الثانية تنفصل عن السفينة في سحابة من الغاز بعد دقائق قليلة من الانطلاق، وتسقط إلى الأرض كشيطان مطرود من السماء.

ومدفوعا ببرنامج الفضاء السوفيتي بدأ هو وأصدقاؤه بعمل صواريخ خاصة بهم. وتوريشيف، والذي كان في الأربعينيات من عمره الآن، فخور جدا بصاورخ ذي مرحلتين "الترافوتون" الذي صنعه مع ابن عمه. كان طول الصاروخ سبعة أقدام ويستمد طاقته من شحنة من البارود المنزلية: مجمعة من عيدان الكبريت. وقدم مصباحًا زجاجيًا من شجرة عيد الميلاد الوعاء المناسب للشحنة، والفضل في شرارة الإشعال يرجع إلى بطارية 45 فولتًا مثبتة في نهاية سلك طوله مائة قدم. ويقول توريشيف: كان إطلاق الصاروخ مذهلا. ولابد وأن ضربات قلب مسافرة – الفأر المنزلي الخاص بتوريشيف – قد تخطى حدود المقياس.

بدا كل شيء معدا ليصبح توريشيف مهندس فضاء. لكنه عندما وصل عمره ستة عشر

عاما، أطلعه شخص ما على معادلات النظرية النسبية العامة لأينشتاين. وهنا انتهى الأمر. وأصبح بناء الصواريخ يبدو وكأنه حماس طفولي، وتشابك ونسج المكان والزمان، النسيج الغامض الذي يلعب عليه الكواكب والناس أدوارهم الدرامية، بدت موضوعا أكثر ملاءمة لجذب انتباهه.

وبحلول سنة 1990 سلح توريشيف نفسه بالدكتوراه في فيزياء الفلك وفيزياء الجاذبية النظرية من جامعة موسكو الحكومية. وبعد ثلاث سنوات رحل إلى كاليفورنيا.

أتى توريشيف أول الأمر إلى مشروع البيونير كمصلح أو كمنظف. مثل شخصية هارفي كيتل في القصة الخيالية: Pulp (لب الثمره) كان وجوده لإصلاح الفوضى التي تركها الناس بعد أن قاموا ببعض الأشياء الغبية. والشيء الغبي، في هذا المضمون، هو إغفال عامل في جزء رقيق لكنه موضوع مهم في النسبية العامة، نظرية الجاذبية لأينشتاين، أثناء التخطيط لبعثات البيونير. ولكن لدهشته، لم يستطع تريشيف إيجاد أي خطأ. وهكذا بدأ هوسه الدائم بحل مشكلة البيونير.

أندرسون ونيتو وتوريشيف، ظن الجميع أنهم لابد قد أغفلوا شيئا ما. وهم لا يودون إعادة صياغة قوانين الفيزياء، إنهم يريدون أن يتركوا نيوتن وأينشتاين لحالهما. ولكن المشكلة هي أن التحليل المكثف فشل في إيجاد أي شيء على سفينة الفضاء الذي يمكن أن يتسبب في انحرافها عن مسارها. في سنة 2002 قاموا معا بنشر بحث في خمس وخمسين صفحة متناولين تفاصيل كل شيء يعتقدون أنه يمكن أن يفسر ذلك الانحراف. ولكن لا شيء يبرر ذلك. وكان ذلك بعد وظيفة التنظيف التي قام بها توريشيف بأن راجع كل تأثير دقيق محتمل للنسبية العامة. والتي جاءت بعد عقد أندرسون الطويل لجهده المنفرد ليعثر على المشكلة. هناك شيء ما يجذب مسابير البيونير، جذبا بسيطا، لكن مستمر. وبعد قرابة الثلاثين عاما، ما زال الأمر غامضا.

ولهذا السبب، في أماكن عديدة حول العالم، يراقب الباحثون مسابير البيونير تطير في كل مكان مرة ثانية. وكانت الفكرة لتوريشيف في تجميع كل بيانات الرحلة لمسابير البيونير وكتابتها في برنامج كمبيوتر: محاكي البيونير.

إنه برنامج يتطلب الكثير من الجهد. ولاستيعاب ذلك، لنعد بالتفكير بما كانت عليه

الحال بالنسبة لتكنولوجيا المعلومات سنة 1973. كانت طباعات المصفوفات المنقطة ما زالت حديثة العهد – وجيدة الاستعمال. كان بيل جيتس ما زال بجامعة هارفارد، وكان يعبث بكمبيوترات الجامعة و لم يترك الجامعة ليؤسس شركة صغيرة تدعى ميكروسوفت. كان ذلك سيأتي بعد سنتين. وكان أول قرص مرن ثماني بوصات قد اخترع قبل سنتين فقط. الأمر الذي يعني أن سفينة البيونير المصممة في ستينيات القرن العشرين، قد تخزن كل بياناتها بالطريقة القديمة بالبطاقات المثقبة. وبيانات البعثة التي لم تكن على البطاقات المثقبة وضعت على شرائط ممغنطة بدائية، مشفرة بلغات برامج مختلفة والتي هي نسخة صناعة الكمبيوتر من اللاتينية القديمة.

لم تتوقف مشاكل توريشيف عند هذا الحد. فناسا لم تسجل بيانات بعثتها بالدقة والعناية التامتين. هذه هي البيانات عن موعد إشعال القذيفة أو في أي اتجاه كانت السفينة الفضائية تتجه في الساعة الثانية والنصف صباحا من الصباح يوم جمعة في جو بارد في بداية سبعينيات القرن العشرين، تلك لم تكن بيانات حاسمة إلا عندما كانت بالطبع تلك البيانات تمثل تحديا لقوانين الفيزياء. ولكن من كان يدري أن ذلك سيحدث؟

من الوضح، لم يكن أحد بوكالة ناسا يتوقع ذلك. وفي النهاية وجد توريشيف معظم بيانات مسار بيونير في كوم من الصناديق الكرتونية تحت سلم بمعمل الدفع النفاث تشمل أربعمائة بكرة من الشرائط المغنطة مسجلاً عليها سجلات الكمبيوتر لمسار البعثة في الفضاء. ولقد كانت تلك الشرائط لعقود متروكة للإهمال والحرارة والرطوبة؛ لكن الرفاق ساعدوه لاستعادة البيانات وإعادة تسجليها على DVD. وتوجه بعد ذلك للبحث عن التسجيلات التي على الأجهزة الموجودة على سطح السفن، والتي قد تكشف أي حركة أو دوران لمسابير البيونير. ووجدها في النهاية بوكالة ناسا يايمز في موفيت فيلد بكاليفورنيا: ما يملأ ستين دولاب تخزين لبيانات الأجهزة. ومسجلاً عليها وجاهزة للتدمير الوشيك الحدوث.

كان الإداريون في موفيت فيلد في حاجة للمكان الذي تشغله دواليب التخزين، وكانوا على وشك إلقائها في أرض فراغ. وفي الخارج، في أرض انتظار السيارات، كان يوجد أول مستودع للقمامة ينتظر أن يمتلئ بمحتويات تلك الدواليب، وفي لحظة عاطفية، أخبرهم توريشيف أن تلك الديسكات مهمة للغاية ولا يجب التخلص منها،

وعلى استعداد أن يستأجر شاحنة وأخذها بنفسه. تأثر الإداريون بذلك ووافقوا على إبقاء الديسكات. وهي الآن موجودة أيضا على DVD، وتم توزيع كل هذه البيانات لكل المهتمين في جميع أنحاء العالم. وطيران مسابير البيونير مرة ثانية في طريقه إلى أن يكون مجهودا عالميا.

وكل فرد مهتم بالطيران مرة ثانية للمسابير يعتقد أن حل الغموض سيكون شيئًا ما على سطح السفن. في نهاية الأمر، الأمر لن يتطلب الكثير. فمثلا، مجرد 70 وات حرارة كفيل بشرح كل شيء. فعندما تتسرب حرارة الإشعاع فقد يدفع رد فعل نيوتن، المساوي والمعاكس، المسبار في الاتجاه الآخر.

وبالفعل، تحمل المسابير مصدرا للحرارة: مولدات البلوتونيوم المشعة بالمسابير التي تمد الأنظمة الكهربية للسفن بالطاقة. وعند إطلاق المسابير، كانت تلك المولدات، ملتصقة على أذرع طويلة على جانب السفينة لكي تقلل أي تلف إشعاعي، وتنتج 2500 وات حرارة. وحتى الآن تستطيع إنتاج 70 وات.

إنها تستطيع. لكنها إذا فعلت ذلك، فقد تدفع المسابير في الإتجاه الخطأ. المولدات مثبتة على جانب كل من السفينتين. ولكي يحدث التسارع الشاذ نحو الشمس، فإنها تحتاج أن تثبت على المقدمة.

هناك قائمة طويلة لأفكار مثل تلك – آليات معقولة تم التخلي عنها بعد الفحص المتأني. والبرمجيات التي روجعت كذلك للتأكد عن عدم وجود أخطاء نتيجة قراءات غير صحيحة للمسارات أو انحراف بسيط للمسار. وأي تسرب للوقود قد يكون هو السبب، لكن ذلك إذا كان فلابد أنه حدث لكلتا السفينتين بنفس الطريقة تماما، و لم تتم ملاحظته بالأجهزة الداخلية على أي من السفينتين.

وبعد ثلاثة عقود من المحاولات لإيجاد حل، لم يتوصل باحثو شذوذ البيونير إلى أي شيء. وإذا كان الأمر محبطا لكنه مثير، مثير في الواقع لدرجة أن الرئيس الكبير بوكالة ناسا مايكل جريفين أصبح مهتما. فلقد عقد توريشيف عددا من المحادثات مع جريفين حول البيونير. وربما يكون ذلك هو السبب لماذا بعد قضاء الباحثين سنوات من دراسة البيونير في أوقات فراغهم، أصبح الباحثون بوكالة ناسا لديهم الأموال لذلك المشروع.

وذلك لم يكن سدى. فمن البداية كان باحثو البيونير قريبين من المثالية عندما يتعلق الأمر بالأشياء التي لا يبدو لها مغزى. فلم يتنبأوا بالأشياء غير العادية إلا بعد أن يتخلوا عن تقبل الأشياء العادية. فتوريشيف كان يعارض بشدة بشكل شبه مرضي الحديث عن الأفكار الشاذة في الفيزياء. حتى البسيطة منها، مثل النسخة المحورة لقانون نيوتن. ونيتو بالمثل. وهو فخور بما توصل إليه باحثو البيونير حتى هذه اللحظة، وكل احتمالات التفسيرات التي توصلوا إليها تخلوا عنها. إن شعوره الدقيق يوحي له بأن تفسير المسلك الشاذ للبيونير قد يكون شيئا بسيطا مثل شخص لم يتذكر أن يطفئ الأنوار. أو أي احتمال مكافئ بناسا.

ويظهر كل شهر بحث أو اثنان يزعمان تفسيرا غريبا لشذوذ البيونير. وكثيرا ما تبدو حججها غير متماسكة الأركان، فعلى سبيل المثال، تمدد الكون جعل الساعات المتضمنة في قياس موقع مسباري البيونير تتسارع بالنسبة لكل منهما للآخر؟ وإذا كان ذلك صحيحا، فقد تتطلب النسبية الخاصة لأينشتاين إعادة إجراء التحليل. والمشكلة هي، أن هذا النوع من الظاهرة الغريبة (ولقد تم تقديم أكثر من ظاهرة) قد يؤثر أيضا في حركة الكواكب الخارجية، وأن تلك الكواكب لا تفعل أي شيء غريب.

أو ربما الفوتونات التي تعطي الإشارة، جسيمات الإشعاع التي تحمل المعلومات من السفن، قد تغير طول موجتها بواسطة تمدد الكون؟ ولقد اعترف الباحثون الذين تقدموا بهذه الاقتراحات بفشلها في اختبار حاسم: فربما يدفع ذلك موقع مسباري البيونير إلى الاتجاه الخطأ. وربما يعود شذوذ البيونير إلى أن فوتونات الإشارة تُزاح حالاتها الكمية، أو أنها تتسارع وفقا لقوانين الديناميكا الكهربية اللاخطية (nonlinear elecrodynamics)، النظرية التي اشتقها في 2001 فيزيائيان برازيليان، أو ربما يكمن الجواب في القوة العالمية الإضافية لجون موفات، القوة التي قد تفسر أيضا المادة الداكنة؟ ويعتمد مناصرو الموند MOND أيضا على أن نظريتهم تفسر شذوذ البيونير. أو بالاعتماد على الطريقة التي تود النظر بها للأشياء، يعتمد على أيها يقنعك.

يعارض نيتو ذلك، ويقول: إن فرضية موند لا تتوافق مع بيانات البيونير، فهي لن تنتج النوع الصحيح من الانحراف. إنه راض أو على الأقل أكثر قبولا من توريشيف، مع

كل التخمينات. إنه يريد دفع الحدود، ويريد أن يعرف أكثر مما نعرفه في الوقت الحاضر. لكن ليس بأي ثمن، إنه يتفهم خطورة رغبة العلماء في أن يجعلوا شيئا ما غير عادي أن يصبح حقيقة. ويقول "إذا كنت تعتقد أنك في طريقك إلى أن تجد شيئا ما، يا إلهي، لقد وقعت في مشكلة".

وفي النهاية، يعتقد نيتو أنهم سيجدون تفسيرا مباشرا لشذوذ البيونير. وهو ليس محبطا بهذا الآن، ويقول ليس بالمرة. ويشير أننا سنكتسب تقنيات تحليلية لا تحصى، وخبرة في التعامل مع البيانات بدقة متناهية. سنعرف شذوذ مسلك المركبة الفضائية. وبالمكان والزمان اللذين تنتقل فيهما – بألفة لم نكن لنكتسبها أبدا بدون البيونير.

وإذا كان مخطئا – وإذا كشف كل هذا المجهود عن قوة جديدة للفيزياء – فهذا للأفضل. ويقول نيتو: "بالنسبة للعلم فهو مكسب مقابل مكسب". ويعتقد أندرسون أيضا أن شذوذ البيونير ربما يكون إنذارا كاذبا على الأرجح. لكنه ترك الباب مواربا لشيء ما ثوري لأنه لا يستطيع إغفال شذوذ آخر مواز، ذلك الذي حله أينشتاين دون قصد عندما توصل إلى النسبية العامة.

في سنة 1845 قام أوربان جين جوزيف ليفيرير، الفلكي الفرنسي والذي أفضل ما ينسب إليه هو اكتشاف كوكب نبتون، قام بحساب أن المسار البيضاوي لكوكب عطارد حول الشمس تحدث له إزاحة في الحضيض الشمسي (perihelion)، أقرب نقطة وصول للشمس، مع كل دورة.

هذه الإزاحة، أو التقدم (precession) ناتج عن قوة جاذبية الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية. وليس هذا أمرًا منفردا لعطارد، فالحضيض الشمسي لمدار كل الكواكب يظهر تقدما مشابها. ومع ذلك لم يكن عطارد في المكان الذي يجب أن يكون فيه. فعندما قام ليفيرير بالحسابات وفقا لقوانين نيوتن لمدى الإزاحة، لم تتطابق القيمة مع قيمه حسابات الفلكيين الآخرين من ملاحظاتهم الخاصة بهم. والتباين عبارة عن ثلاث وأربعين ثانية على القوس – أقل قليلا من جزء من المائة من الدرجة فقط – لكل قرن.

وملاحظة مثل هذا التباين الطفيف هو عمل جدير بالتقدير في ذلك الوقت، مكافئا لقياس قطر عملة البنس من على بُعد ثلاثين ميلا. ولكن لم يربت أحد على ظهره استحسانا، فعند المواجهة بالتباين، لم يكن لدى العلماء أي خيار سوى البحث عن تفسير.

حاول الفلكيون معالجات متنوعة لهذا الغرض بالذات. أصبح ليفيريير، مدفوعا بالطريقة التي استطاع بها التنبؤ بوجود نبتون بالرجوع إلى مدارات الكواكب الأخرى، اعتقد أن التباين المصاحب لعطارد لابد وأنه يشير إلى وجود كوكب آخر ينتظر الاكتشاف. بينما اقترح آخرون أن الشمس بها نوع من توزيع الوزن غير المتساوي، أو أن سحب الغبار بين الشمس وعطارد تؤثر على المدار. ولكن لم يكن شيء من ذلك هو الجواب. وفقط وفي سنة 1915، عندما أشار أينشتاين أن جسما ضخما مثل الشمس قد يسبب اعوجاجا للمكان حوله، يمكن أن نجد تفسيرا للشذوذ.

وباستخدام معادلاته للنسبية العامة، تمكن أينشتاين من حساب الاعوجاج في الفضاء، بالإضافة إلى الجذب الذي تمارسه الكواكب الأخرى، ووجد أنها قد تعطي قيمة التراجع في الحضيض الشمسي لكوكب عطارد ومقداره 42.9 ثانية على القوس كل قرن. كان ذلك دعما له وزنه لنظرية أينشتاين حديثة الصك، وأدى إلى قبولها في الحال. ووفقا لجون أندرسون، كان ذلك درسا لأولئك الذين يقللون من التأثير الممكن لشذوذ بيونير.

إذا كان تفسير السلوك الشاذ للبيونير أمرا عاديا، فالمسلك الحريص لتوريشيف سيجده بكل تأكيد. ومع ذلك إذا كان التفسير أمرا غير عادي، فحتى أعظم البحوث حرصا خلال استعراض كل الاحتمالات المضمونة لن تساعد في إيجاده. ولقد علمنا كوكب عطارد أن استبعاد العادي لا يؤدي دائما إلى الإجابة المطلوبة.

يقول أندرسون، ربما لا يعطي بيونير بيانات كافية لبناء صورة لقوة أخرى في الكون. لكن حتى إذا لم يستخدم أحد المسار الشارد للرحلة للتوصل لفتح جديد في الفيزياء، يمكن لبيونير على الأقل تقديم شرعية لتطوير نظرية بوسائل أخرى. فلم يتوصل أينشتاين إلى النسبية العامة بسبب مشكلة مدار عطارد، لكن المشكلة كانت ذات منفعة هائلة في برهنة أن أفكار أينشتاين الراديكالية كانت صحيحة. فإذا كان مدار عطارد قد قدم الشرعية المثالية لواحدة من أعظم الفتوحات في الفيزياء، ربما في يوم ما ستفعل سفينة الفضاء بيونير نفس الشيء.

هل هناك بعض الفتوحات غير المتوقعة قادمة؟ وحتى هذه اللحظة قد جمعنا الدليل على أن الأجزاء المكونة للعالم مجهولة بشكل كبير، وأن قانون الجاذبية الذي عمره

أربعمائة عام في حاجة لإعادة صياغة، وأن هناك قوة غير معروفة قد تكون مسئولة عن دفع اثنتين من مركباتنا الفضائية – المركبة التي كان متوقعًا لها أن تقدم اختبارا لقانون نيوتن للجاذبية – لتحيدا عن مسارهما. ويدعي كُون أن ذلك ربما يكون إشارة إلى أزمة على وشك الحدوث. ويبدو بكل تأكيد، بينما تهتز الأسس قليلا، فإن الصورة الحالية لكوننا قد تتغير في المستقبل القريب.

إنه لتفكير مثير، لكنه لا يسمح لنا بأن نقول أي شيء راسخ وصلب عن مستقبل العلم. وكل ما نستطيع عمله أن نواصل الضغط ونضيف نتائج جديدة إلى كوم الأدلة.

3

الثوابت المتغيرة

عدم ثبات رؤيتنا للكون

حرّك ذراعيك إلى أعلى ثم إلى أسفل، وانظر إذا كنت تستطيع الطيران. الاحتمال أنك لن تستطيع. اضغط حركة ذراعيك إلى أسفل في الهواء والحركة المساوية والمعاكسة إلى أعلى، ليستا كافيتين لرفع ثقل جسمك ضد الجاذبية. ويأتي الرقم المطلوب بالضبط من قانون نيوتن العالمي للجاذبية. (ومهما كانت دقة القانون بالنسبة للمسافات الكوسمولوجية، فهو ينطبق هنا بشكل جيد). فالرفع الذي تحتاجه ليسبب ارتفاعك عن الأرض يتضمن كتلة الأرض وكتلتك وبعدك عن مركز الأرض ورقم معروفًا بحرف G الكبير.

نتجت معادلة نيوتن من الملاحظة البسيطة أن أي كتلتين تنجذبان إلى بعضهما بعضًا و G الكبيرة هي مقياس لقوة الشد هذه. والشيء المثير هو، أنه ليس هناك تفسير عقلاني لهذا العدد، وليس هناك تفسير لقيمة G من أين أتت. توصل العلماء إلى قيمتها من التجارب التي وازنت شد الجاذبية ضد قوة معروفة مثل قوة الطرد المركزية التي تريد قذف الأرض عن مدارها، لكن كما أن العلماء لا يعرفون من أين تأتي الجاذبية، فهم لا يعرفون أيضًا لماذا يجب أن تكون لها الشدة التي هي عليها.

G الكبيرة لها اسم علمي آخر، ثابت الجاذبية. ومن المحتمل أنه أكثر الثوابت الأساسية

ألفة في الفيزياء، بمجموع الأرقام التي تصف مدى شدة قوى الطبيعة. ومع أن كل واحد من قيمهم مستنبط من تجارب، وليس من بعض المفاهيم الأساسية، فهي متكاملة مع ما نسميه قوانين الفيزياء. وتجعل هذه القوانين صالحة لتفسير العمليات في الطبيعة. ولأننا نفترض أن الطيران بتحريك أذرعنا إلى أعلى وإلى أسفل سيكون صعبًا، ففي استطاعتنا القول: إنه سيكون صعبًا غدًا كما هو اليوم فإننا نفترض أن قوانين الفيزياء لا تتغير وأبدية، وفعليًا كذلك نفترض أن الثوابت لا تتغير. وهذا هو ما جعل جون ويب يضع نفسه في مأزق.

لقد ساعدتنا القوانين والثوابت أن نعرّف العالم الطبيعي ونتآلف معه. لكن ماذا لو أنه ليست هناك قوانين لا تتغير؟ وماذا لو أن الثوابت ليست ثابتة؟ أو كما يضع ويب الأمر، والابتسامة الساخرة على شفتيه "على أي حال، من الذي قرر أنها ثابتة؟".

ويب هو أستاذ الفيزياء بجامعة نيو ساوث ويلز بسيدني بأستراليا، لكن أول مواجهة له بهذا السؤال أتت عندما كان طالب دراسات عليا بإنجلترا. اقترح أحد أساتذته، عالم الكوسمولوجيا وعالم الرياضيات جون بارو، أنهم بعثوا السؤال للحياة أول الأمر في ثلاثينيات القرن العشرين بواسطة الفيزيائي بول ديراك: هل ظلت قوانين الفيزياء كما هي طول الوقت؟

ما هو معروف على أنه النموذج القياسي في الفيزياء يشمل نحو ستة وعشرين عددًا في معادلاته لكي يصف بالضبط شدة القوى المتنوعة في الطبيعة. وقيم تلك الأعداد تأتي من تجارب أجريت على الأرض، وعلى الأغلب خلال القرن العشرين. ومن الذي يستطيع القول ما إذا أجريت تلك التجارب على سطح ألفي قنطورس أو منذ 10 بلايين سنة هل ستعطي نفس النتائج؟

إذا أردت أن تختبر ما إذا كان شيء ما ظل كما هو لفترة طويلة من الزمن أم لا، فإنك تحتاج لعينة قديمة جدًا بقدر الإمكان. وسرعان ما أقر ويب وبارو أن لديهما العينة المثالية: الضوء المنبعث، منذ 12 بليون عام، بواسطة الكوازارات، قلوب المجرات الشابة. انطلاق الضوء من نجم يتضمن ثابتا، يعرف رسميًا ثابت البنية الدقيقة، ويعرف على نطاق أوسع بالألفا. يعتمد ضوء الكوازار على قيمة ألفا كما كانت منذ 12 بليون سنة، وهكذا فتحليل الضوء يمكن أن يقدم أفضل الفرص الممكنة للإجابة عن سؤال بول

ديراك. وبحلول سنة 1999 تحصل جون ويب على ما يمكن أن يكون جوابًا.

لقد سافرت فوتونات الضوء التي تحمل إجابته لفترة 12 بليون سنة ضوئية عبر الكون واستقرت على الأرض في هاواي عند مرصد كيك الموجود على قمة جبل ماونا كيا. ولكن ما كان الأكثر إثارة حول الضوء الواصل لتليسكوب كيك هو الضوء الذي لم يصل. وتماما كما فعل فيستو سليفر بمرصد لوويل منذ ثمانية عقود، حلل ويب وفريقه الضوء إلى طيفه. كانت هناك ألوان مفقودة في طيف ويب: قوس قزح الناتج. ولكن هذا لم يكن مثيرا في حد ذاته، ففي رحلة تستغرق 12 بليون سنة عبر الفضاء، تتوقع أن الضوء سيقابل بعضا من مادة – سحبا من الغاز في العادة هي المسئولة عن ذلك – هي التي تمتص ضوء أطوال موجات معينة. ويترك ذلك ثغرات في أجزاء خاصة من الطيف، مثل ما قد يفعل عامل الديكور بترك الخطوط الرئيسية البيضاء في وسط حائط حجرة نومك البرتقالي اللون.

والجزء المثير فيما اكتشفه ويب؛ أن تلك الثغرات كانت في الأماكن الخطأ. وكل ذرة، سواء كانت ضمن سحابة غاز بين النجوم أم على باطن قدمك، ستمتص فقط فوتونات ذات طاقة معينة. وتختلف الطاقة موضع السؤال بالنسبة لكل ذرة، إنه شيء يشبه لحد ما النسخة الذرية للبصمة. ونتيجة لذلك، وبالنظر إلى طيف الضوء – وما هو غير موجود به – تستطيع بسهولة أن تتعرف على أي الذرات التي قابلها الضوء في رحلته.

ترمز البصمة في طيف ويب إلى ذرتين قابلهما. واحدة تتضمن الامتصاص بواسطة ذرات الماغنسيوم، والأخرى ذرات الحديد. وواضح من طيف ويب أن ضوء الكوازار قدم عبر سحب من الماغنسيوم والحديد أثناء رحلته إلى الأرض. لكن كانت هناك مشكلة. على الرغم من أنه ليس هناك شك على الإطلاق عن أن الفجوات في الطيف تعني الامتصاصات المعروفة جيدًا، فإنها في غير مكانها بصورة طفيفة، وكما أن شخصًا ما قد أزاح الطيف قليلا. فبالنسبة للبعض يبدو أن خطوط الامتصاص دُفعت قليلا جهة اليسار والبعض الآخر أزيحت قليلا إلى اليمين.

جلس ويب وأعاد حساباته مرة ثانية. ووجد أن جميع الخطوط المزاحة ستبدو معقولة لو قام بتعديل بسيط. كل ما كان عليه أن يفعله هو السماح بتغير طفيف جدًّا لثابت البنية الدقيق الموجودة اليوم عندما مر الضوء مسرعًا خلال سحابة الغبار بين النجوم.

بدا وكأن ذلك نتيجة مباشرة لا لبس فيها، لكن ذلك استلزم جهودا جبارة لإعلان هذا الاقتراح للناس. ولهذا تم الهجوم على ويب، وكما اصاغ ذلك ويب بصورة مختلفة "لقد تساءلوا عن صحة عقله" عند التعليق على أن ثابتًا من الطبيعة قد يتغير بمرور الزمن. وخاصة الثابت المحوري في الفيزياء كثابت ألفا.

يحدد الثابت ألفا ماذا يحدث عندما يرتطم الفوتون بأي قطعة من المادة. انظر إلى الحائط أمامك، فأي لون تراه، هو ناتج عن ألفا. يرتبط فوتون الضوء بذرة في الدهان. تمتص الذرة طاقة الفوتون وتستخدم تلك الطاقة وترسل فوتونًا يرتطم بعينيك. وتحدد طاقة ذلك الفوتون طول موجة الضوء الذي تنتجه. وبتلخيص العبارة، أي لون تراه. فإذا كان الحائط برتقاليا، فللفوتون طاقة معينة، وإذا كان بنفسجيا فالطاقة أكبر بشكل طفيف (إنها ما زالت تكافؤ طاقة واحد من البليون لطاقة حبة زبيب). ولكي تحدد أي لون ستراه بالنسبة لدهان معين، تحتاج لحسابات تتطلب اللجوء إلى ألفا والبنية الكمية للذرات والجزيئات في الدهان.

وفي مواجهة ذلك، فألفا هو مجرد عدد. هو بالتقريب 0,0072974 أو 137/1، إذا كنت تفضل الكسر الاعتيادى. وللوصول لهذا الرقم أمر مباشر تمامًا (على الرغم من أن ذلك يتوقف على الوحدات التي تتعامل بها). أولا اضرب شحنة الإلكترون في نفسها. ثم اقسم ذلك برقم يطلق عليه ثابت بلانك. وهذا ثابت أساسي في فيزياء الكم، يرمز له الفيزيائيون بالحرف h وهو يصف العلاقة بين طاقة الفوتون وطول الموجة – اللون – لضوئه. وبعد ذلك اقسم ما حصلت عليه على سرعة الضوء. والآن اضرب ما حصلت عليه بالرقم 2 π. والآن لديك قيمة ألفا.

والشيء المهم هو، ألفا ليست بالضبط حول اختبارات الديكورات الداخلية، إنه أحد الأعمدة للفيزياء ومحوري للصفات الكلية للكون. من البداية للنهاية. فألفا يقرر ما كمية الطاقة الموجودة في الفضاء "الخالي"، موجها لكيفية تمدد الكون الناشئ حديثًا. وبمجرد انقضاء الثلاث دقائق الأولى، يأتي دور ألفا في التداخل الكهرومغناطيسي بين البروتونات المشكلة حديثًا: لقد حدد ما نوع الفوتونات التي ملأت المكان الخالي.

وعندما تشكلت النجوم الأولى، عندما انهارت ذرات الهيدروجين معًا واندمجت أنويتها. تحت تأثير الجاذبية الكثيفة، يقرر ألفا كمية الضوء والحرارة التي تعطيها. وحيث

إن الإشعاع بكل أنواعه يعطينا فقط رؤية للكون المبكر، فإن ألفا تعطينا كل شيء نعرفه حول قصة الكون. ربما أن تكوينه ليس أكثر من سرعة الضوء، وهو بالأحرى رقم مضجر من نظرية الكم pi، وشحنة الإلكترون، لكنه مرتبط على الأغلب بكل عملية في الكون. وهذا كله يجعله أقل استقرارا بشكل أكبر حتى إنه في يوم ما كانت قيمته تختلف عن القيمة التي نعطيها له في الوقت الحالي.

وترجع أهمية ألفا إلى حقيقة أنه أهم الثوابت في واحدة من أهم النظريات في الفيزياء، نظرية الديناميكا الكهربية الكمية QED أو quantum elecrodynamic. وتتحكم النظرية في أي وكل تداخل بين الجسيمات تحت الذرية المشحونة: البروتونات والإلكترونات. وتجمع نظرية QED نظرية الكم والنسبية والكهربية والمغناطيسية لوصف أصول الكهرومغناطيسية. ويرتبط ألفا أيضًا، بواسطة "نظرية الكهربية الضعيفة" التي حصل بها سيفين وايندبرج وعبد السلام وشيلدون جلاشو على جائزة نوبل سنة 1979 في الفيزياء، أدت إلى "القوى الضعيفة" التي تؤدي إلى ظواهر مثل التحلل الإشعاعي في الأنوية الذرية. وحيث إن الكهرومغناطيسية والقوة الضعيفة اثنتين من أربعة قوى أساسية في الطبيعة، فمن العدل أن نقول إن ألفا يلعب دورًا محوريًا في الكون.

لم تقدم النظرية قيمة لألفا، فعلى العلماء إجراء تجارب معقدة بالإلكترونات للتوصل إلى رقم يجب عليهم إدخاله في تركيبة QED. تماما مثل ما قدمت التجارب ثابت الجاذبية الذي يدلنا على مقدار الجذب بين الشمس والأرض، كل بالنسبة للآخر في نظرية نيوتن، تدلنا قيمة ألفا من المصادر التجريبية على مدى قوة تأثير الجسيمات المشحونة على بعضها بعضًا. وهي غير مسموح لها بالتغير كثيرا.

وبتقليص قيمة ألفا أكثر من اللازم، ستنفصل الأنوية الذرية الصغيرة – تلك للهليوم مثلا – حيث تتنافر البروتونات عن بعضها. لن تستطيع النجوم لو زادت قيمة ألفا 4 % أن تنتج كربونا أبدا، وهكذا لن يكون لنا وجود.

و لم يرغب جون ويب في تغيير قيمة ألفا كثيرًا. إذا سمحت بتغيير خفيف بقيمة واحد من مليون من القيمة الحالية منذ 12 مليون سنة ستصبح خطوط الامتصاص كلها لها معنى.

يبدو، سطحيًا، أن ذلك تصحيح غير متعلق. فهو ثابت في علم الفيزياء، الثابت الذي سمع عنه بالكاد أي شخص خارج المجال، ربما كانت له قيمة مختلفة قليلاً في الماضي، زاد وزنه قليلا أي أصبح يزيد وزنه بمقدار واحد من المليون على مدار 12 مليون سنة. ليس بالشيء المهول. لكنه فعلا شيء مهول. إذا كان ذلك صحيحًا، وبعد عشر سنوات سيظل ويب يواجه ويفتح الباب لكل أنواع الأفكار المطلقة. لقد بنينا عالمنا وتفسيراتنا لكيفية سلوك كل شيء داخله على الافتراض الأساسي أن الثوابت ثابتة، وستظل دائمًا ثابتة. وكما رأينا، إذا تغيرت الثوابت، كذلك ستتغير القوانين. فملاحظات جون ويب تهدد بأن تطلق العنان لعالم بلا قانون.

ويب يعلم ذلك، فلذلك ليس متسرعًا أن يعلن أي شيء. إنه رجل حريص بشكل مذهل. لقد قضى بالفعل قرابة العقد يحاول إيجاد الخطأ في نتائجه الخاصة. لقد حلل فريقه بكل دقة كل نتيجة، وقاموا بإجراء تحليلات إحصائية عنيفة ومضنية وراجعوا حساب كل شيء لإيجاد أي خطأ عابر. لم يجدوا أي شيء خطأ. بل في الواقع أدت تحليلاتهم إلى النقطة، حيث نتيجة ألفا المتنوعة يمكن الوثوق بها أكثر مما هو مطلوب عامة في أي مجال آخر في الفيزياء. ولا يحتاج لنفس مستوى ويب من التيقن لادعاء ما يمنح جائزة نوبل لاكتشاف جسيمة جديدة كلية.

ومع ذلك، تنحصر معظم المناقشات حول نتائج ويب في الميل حول إثبات أنها خطأ، كيف أنه لابد من وجود غلطة ما في التحليلات. وعليه، هل تستطيع بحث ذلك؟ والشيء الواضح الواجب فعله هو النظر في ادعاء ويب حول ألفا باستخدام شيء آخر بدلا من ضوء النجم والتليسكوب. والمشكلة هي، أنك لن تستطيع إعادة تجربة ويب بتجربة معملية بسيطة، لأن بحث ويب يتعلق بتغير ألفا بمقياس زمني كوسمولوجي. إنك لن تستطيع قياس كيف يتداخل الضوء مع المادة في يونيه ويوليو وأغسطس وتجد نتيجة متسقة كل مرة وتدعي أن ويب مخطئ. إنه لا يدعى أن ألفا تتغير الآن، كل ما يقوله إنه تغير بشكل طفيف جدًا منذ 12 مليون سنة. فإذا أردت إجراء تجربة لاختبار اقتراح ويب بأن ألفا كانت مختلفة في الماضي، فإنك تحتاج لدليل من الماضي البعيد. ومع ذلك، ولحسن الحظ هناك طريق للوصول لشيء ما: اخلع معطف المعمل والبس واقي الرأس، وتوجه إلى أفريقيا المستعمرة.

اذهب إلى موقع إي باي الإلكتروني الفرنسي واكتب كلمة برازًا. الاحتمال، أن الكلمة لا تعني الكثير بالنسبة لك، لكنك ستجد مدى واسعًا من الأشياء المرغوبة لهواة جامعي الأشياء من المزادات: علب الكبريت وأقلام الحبر واللوحات والسيجار وتلك أشياء قليلة من كثير. في ثمانينيات القرن التاسع عشر كانت منتجات برازا هي حديث الجميع. وضع بيير سافورجنان دي برازا المكتشف الفرنسي (كان إيطالي المولد لكن البحرية الإيطالية لم تطفئ ظمأه في المغامرة) منطقة الجابون من أفريقيا الغربية في يد فرنسا. جعله ذلك كنزا قوميا فرنسيا.

وعلى الرغم من أن الفرنسيين أطلقوا اسمه على عاصمة الكونغو، لكن مكانة برازا ككنز لم تلازمه طيلة حياته. فلقد أرسى في مستعمرة الجابون عدالة غير عادية. كانت هناك أعمال تجارية سوية، ولا يوجد رق ولا قهر باستخدام القوة تحت حكم برازا. وحيث كانت الجابون غنية بالمصادر، تلك إستراتيجية كفيلة أن تكسب الأعداء، وقضى السنوات الأخيرة من حياته يحارب مشاعل الفساد والرق اللذين بدآ ينتشران في أنحاء المستعمرة. وتسبب ذلك في متاعب لبرازا وتم تلطيخ اسمه وشهر به، ووفقًا لزوجته أنه تم في النهاية تسميمه.

كانت أحد الأعمال الأخيرة لبرازا هو إرساء مدينة فرانسفيل في المنطقة الشرقية البعيدة في الجابون كمكان لإعادة استقرار العبيد السابقين. وبالقرب من هناك في أوكلو، توصل العلماء النوويون الفرنسيون إلى اكتشاف خارق للعادة مما تسبب في الإثارة الضخمة لأعمال جون ويب.

في سنة 1972 كان فرانسيس بيرين من مؤسسة الطاقة الذرية الفرنسية يفحص بعض العينات لخام من منجم لليورانيوم في أوكلو، وكانت فرنسا في الوقت نفسه تبني مجموعة من المفاعلات النووية لتوليد الكهرباء تستمد طاقتها من مصادر اليورانيوم الوافرة بالجابون. والمهمة التالية في القائمة المقرر القيام بها هو كيفية التخلص من الفضلات النووية الناتجة. وكان ذلك يعني تصنيف المخلفات وتقرير النشاط الإشعاعي وكيفية الحاجة لإدارتها. وأثناء ذلك لاحظ بيرين أن عينات خام أوكلو تشبه بالضبط المخلفات النووية.

تأتي ذرات اليورانيوم بأوزان مختلفة متعددة، أو ما يسمى بالنظائر. ولاحظ بيرين

أن عينات أوكلو تحتوي كمية من اليورانيوم 235 ضعف ما كان متوقعا عادة. وبعد قليل من الحسابات والتحليل الدقيق لجيولوجيا المنطقة والتفكير الجانبي الذي استغرق الكثير من الجهد، أعلن بيرين – في مواجهة سخرية شبه عالمية – أن أوكلو كانت يوما ما موقعًا لمفاعل نووي طبيعي. لقد قدم تضافر الحرارة وحركة المياه الجوفية منذ بليوني سنة الظروف المثالية للتفاعلات الانشطارية أن تتم في جوف الأرض.

في ذلك الوقت، اعتقد المسئولون في المفاعل الفرنسي، أن التلوث هو الأكثر احتمالا. ومنذ تلك اللحظة، مع ذلك، وجدت مفاعلات طبيعية أخرى في منطقة أوكلو، والآن أصبحت نتائج بيرين مقبولة عالميا.

يُعد هذا الاكتشاف بالنسبة للعلم منجما للذهب. كان الثابت الذي نطلق عليه ألفا يشرف منذ بليوني سنة على الميكانيكا الدقيقة للتفاعلات النووية التي جرت في الأرض في أوكلو. وإذا أردت أن تعرف ما إذا كانت قيمة ألفا ثابتة أم لا، فإن أوكلو تقدم أفضل عينات الاختبار على هذا الجانب من ألفا قنطورس.

كان الفيزيائي فريمان دايسون أول من قفز مستغلا نتائج بيرين. دايسون، الذي اكتسب شهرة على أنه ثائر متمرد، كان قبل ذلك يتعجب، مثل ديراك، ما إذا كانت الثوابت والقوانين هي في الحقيقة لا تتغير. وأعطاه مفاعل أوكلو الفرصة ليتحقق من ذلك. استعان دايسون بمساعدة الفيزيائي النووي الفرنسي ثيبولت دامور وشرعا بالتحليل. ومن المحتمل أن نتائجهما كانت محبطة بالنسبة لدايسون: فإذا كانت قيمة ألفا تتغير على الإطلاق، فذلك التغير لم يكن أكثر من واحد من البليون من قيمته الحالية.

وعندما ظهرت نتائج ويب، تسببت بيانات دايسون ودامور من أوكلو أن أهملها كثير من العلماء، لقد ناقضت نتائج أوكلو نتائج ويب وهي أكثر كفاءة بكثير عن دراسة ضوء نجم قديم. ومع ذلك، وفي النهاية رفضت نتائج ويب التنحي، وبدأ قليل من الناس في النظر بإمعان أكثر فيما قام به دايسون ودامور، وبدأوا يجدون العيوب. و لم يكن هناك دحض حاسم لحجة أوكلو حتى سنة 2004. لكن عندما جاءت، كان ذلك أكثر من مجرد دحض. أتى كدعم دافع لألفا المتغير.

استخدم سيتف لامورية وجوستن تورجيرسون بالمعمل القومي بلوس ألاموس في

نيومكسيكو، موقع مشروع مانهاتن للولايات المتحدة، استخدما ما اسماه لامورية "التقديرات الأكثر واقعية" للطاقة المستخدمة في العمليات النووية المتنوعة التي قد حدثت. و لم يكن ذلك مأخذ لامورية وحده؛ فقد اتفق دامور على أن تلك الحسابات يجب أن تقربنا أكثر من الحقيقة. والنتيجة؟ نقصت قيمة ألفا بمقدار خمسة وأربعين جزءا من البليون منذ أن أحرق مفاعل أوكلو نفسه.

قد يبدو حقيقة أن قيمة ألفا قلت منذ أوكلو، بينما زادت منذ مرور ضوء النجم عبر سحابة الغاز منذ 12 بليون سنة أمر متناقض. لكن بينما تتراكم أدلة الثوابت المتغيرة، ربما يكون هذا التفاوت – في الحقيقة – جزءًا من مؤامرة كونية.

في سنة 1935 نشر الفلكي البريطاني آرثر إدينجتون مخطوطًا بعنوان مسارات جديدة في العلوم. حدد فيه ما يطلق عليه "الثوابت القصوى الأربعة" في الطبيعة. أحد هذه الأرقام قد توصل إليه أثناء عبوره بقارب عبر الأطلنطي: عدد البروتونات في الكون. وعدد آخر هو ألفا– أو بالأحرى معكوسه: قسمة واحد على ألفا. الثالث هو النسبة بين قوى الجاذبية والكهرومغناطيسية التي تجذب الإلكترون نحو البروتون. والرابع أكثر بساطة حتى من ذلك: النسبة بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

وحقيقة أنه استطاع استخدام هذه الأعداد الأربعة– هذه الأعداد الأربعة وحدها– ليصف خصائص الكون كله تركت انطباعًا جيدًا لدى إدينجتون؛ واعتقد، أن الفيزياء تؤدي عمليا جيدا. ولكن، كونه فيزيائيا وصديقًا مقربًا لألبرت أينشتاين، الذي كان يحاول التوصل في ذلك الوقت إلى نظرية مفردة "موحدة" للفيزياء، كان إدينجتون محبطًا بحقيقة أنه ليس هناك رقم واحد فقط بدلا من أربعة. وكتب "إقرارنا الحالي بأربعة ثوابت بدلا من واحد تشير إلى قدر النظرية الواحدة التي ما زالت في حاجة للإنجاز. وربما قد يثيره أكثر أن يعرف، كما نعرف نحن الآن، أن اثنين على الأقل من تلك "الثوابت الأربعة" يبدوان غير ثابتين.

ويكشف الثابت الآخر غير الثابت عن نفسه في الضوء الذي التقط بواسطة التليسكوب بالمرصد الأوربي الجنوبي بشيلي. حيث نشر فريق من الفيزيائيين سنة 2006 بحثا معلنين أن نسبة كتلة البروتون إلى كتلة الإلكترون، والتي يرمز لها عادة mu، كانت أكبر في الماضي البعيد. وهذه المرة، تم تسجيل الانحراف بواسطة النظر

إلى كيفية تغير الضوء عندما مر عبر سحابات من غاز الهيدروجين. يتكون الهيدروجين من بروتون وإلكترون، وأعطت الطريقة التي يمتص بها الهيدروجين الضوء ثم يعيد بثه الباحثون قيمة mu. وكانت القيمة خاطئة.

بالنسبة لقيمة ألفا، هذا ماض بعيد جدًا والتغير قليل جدًا: قيمة mu كانت أكبر بمقدار 0,002 بالمائة من نحو 12 بليون سنة. ومع ذلك كان مهمًا بما فيه الكفاية حتى ينشر في مجلة علمية تلقى احترامًا؛ مجلة فيزيكال ربفيو ليترز.

كان ذلك أمرًا مهمًا لأن كتلة الإلكترون والبروتون محورية لتقدير شدة القوى "القوية" التي تبقي الأنوية الذرية متماسكة مع بعضها. والقوة القوية تربط أيضًا الكواركات، مكونات البروتونات والنيوترونات. وحيث أن ألفا ترتبط بالقوة"الضعيفة" التي تتحكم في التحلل الإشعاعي والقوة الكهرومغناطيسية التي تحدد شدة التداخلات الكهربية والمغناطيسية، وذلك يمثل ثلاث من القوى الأساسية الأربع في الفيزياء (الأخرى هي الجاذبية) التي تبدو متقلبة قليلا.

كيف نتعامل مع هذا؟ ربما أقام ويب في أستراليا لمدة طويلة، لكن لديه جواب بسيط: لا تبذل الكثير من العرق. بينما كثير من الفيزيائيين – إن لم يكن معظمهم – لا ينفعلون مع الأدلة الناتجة عن الملاحظة للثوابت المتغيرة لأنها ببساطة مخيفة جدًا، كان لدى ويب موقف مختلف جدًا وإن لم يكن أقل براجماتية. يشير ويب، لقد أعلن عن ألفا على أنه ثابت سنة 1938 فقط. وأعلنت قيمة mu على أنها ثابت سنة 1953. وكأننا حتى لا نعرف أي شيء حول: لماذا لتلك الثوابت القيم التي هي عليها، ويتضمن ذلك ثابت الجاذبية. لا يستطيع أحد تفسيرها، ليست هناك نظرية عميقة لتضامن الثوابت مع قيم مقدرة تجريبيا. فعليه لا يبدو في الحقيقة سبب جيد للتمسك بقوة بمفهوم أنه يجب أن تكون قيمهم ثابتة. عرض ويب الحالة سنة 2003 في مجلة عالم الفيزياء physics world للتهدئة كما يلي:

> عندما نشير إلى قوانين الطبيعه، فما نتكلم عنه في الواقع هو مجموعة معينة من أفكار هي في حد ذاتها مدهشة في بساطتها، ويبدو ذلك عالميا وقد تم برهنته بالتجربة. وهكذا فإنها كائنات بشرية تلك التي أعلنت أن نظرية علمية هي قانون طبيعة والكائنات البشرية كثيرا ما تكون مخطئة.

وهكذا إذا أردنا ألا ننزعج، فأي نتيجة سنتفق عليها؟ لقد فكر ويب وبارو وطويلاً وبجهد شاق حول ذلك. وربما يقترحان أن الثوابت المتغيرة تقول شيئا، وحقيقة أن ألفا تتغير بوسائل مختلفة – أقل مما هي عليه الآن منذ نحو 12 بليون سنة مضت، لكنها أكبر من بضع سنوات قليلة مضت– يشير بأن الثوابت (وربما القوانين) يمكن أن تتغير في كل من الزمان والمكان. وربما إذا همنا عبر رحابة الكون الفسيح، فقد نأتي عبر طوائف مختلفة من الثوابت وطوائف مختلفة من القوانين– قوانين داخلية كونية محدودة– أينما ذهبنا. وإنها لخطوة قصيرة من هناك لنقترح أن القوانين ليست ثابتة في الزمان كذلك. وربما تغيرت قوانين الفيزياء بتطور الكون؟

وهذه ليست فكرة جديدة كلية. لقد اتهم جون ويب بأنه فاقد الأهلية أو (بصورة أكثر) أهمل بطريقة مدروسة عن طريق المنقصين من قدره، لكن كل ما فعله ويب في الواقع أنه كشف عن شذوذ يدعم اقتراحات لواحد من أكثر الفيزيائيين احتراما. فمنذ ثلاثين عامًا، سأل الفيزيائي جون ويلز الحائز على جائزة نوبل لماذا نفترض أن القوانين لا تتغير. لقد اقترح أن شدة قوى الطبيعة ربما تعتمد على الظروف الكونية، بجعلها مختلفة في البلازما الساخنة الكثيفة لميلاد الكون، كون اليوم المتقدم في العمر والبارد. هل الممكن أن القوانين لا تغير من صفاتها في الوقت الذي يقلل الكون من سخونته، ينساب ثم يتجمد مثل الحمم البركانية المنصهرة ميتافيزيقيا؟ إنها فكرة متفككة الأوصال بشكل كبير– وأطلق عليها ويلر في الواقع "فكرة لفكرة"– لكنها تثير احتمال أن محاولتنا لتتبع التاريخ الكوسمولوجي، من الانفجار الكبير، عبر إنتاج أول العناصر والنجوم، قد تم تبسيطها بشكل مهول.

وكذلك كانت لدى ريتشارد فاينمان شكوك حول تناولنا لقوانين الفيزياء. ففي سنة 1985 وبعد عشرين سنة من حصوله هو وجوليان شويتجر وشين إيشيرو توموناجا على جائزة نوبل عن توصلهم إلى QED، نشر فاينمان كتيبًا صغيرًا عن النظرية. وفي الفصل الأخير وعنوانه "نهايات مفككة" قدم اعترافا صادقًا يبدو غريبًا بعض الشيء في ضوء ما حصلت عليه النظرية من نجاح وقبول. حيث يقول "ليست لدينا طريقة رياضية جيدة لوصف نظرية الديناميكا الكهربية الكمية".

ولإعطاء الفقرة المقتبسة بعض المضمون، يشير فاينمان أن ربط الضوء بالمادة يعتمد

على إدخال قليل من الأرقام التي تم الحصول عليها عن طريق "كلام فاض" بدلا من التجربة. ويقول، أكثر من ذلك، ثم بعد ذلك عليك إدخال ما يسميه "واحد من أعظم الغرائب الغامضة في الفيزياء، رقم سحرى يأتي إلينا دون استيعاب بواسطة الإنسان". وهو يتكلم بالطبع عن ألفا. وعلى الرغم من كون النظرية واحدة من أعظم النظريات الموجودة نجاحًا فما زالت QED تجعل فاينمان يسب ويلعن. وعلى الأغلب بسبب ألفا. "إن ألفا ثابت غامض منذ أن اكتشف منذ أكثر من خمسين عامًا، ويعلق كل الفيزيائيين النظريين الجيدين هذا الرقم على حوائطهم ويقلقون حوله".

وقبل وفاة شويتجر كان لديه أسباب للقلق أكثر من غيره حول ألفا: فلقد عجل البحث في نظرية QED، الذي أدى إلى ألفا، بنهاية تاريخه العلمي. وقام بذلك البحث لكيمائيات ستانلي بونز ومارتن فليشمان. والآن يُنظر إلى الاثنين على أنهما مخادعان ومزعجان أو على أفضل وضع فاقدا الأهلية، وكان دعم شويتجر الصارم لأعمالهما هو السبب في إفساد ما حصلا عليه من التقدير والثقة اللتين اكتسباها بالجهد الشاق. ولأكثر من عقد وقف مصير بونز وفليشمان وشويتجر كتحذير للآخرين. ومهما كانت الفوائد والبصيرة التي قد تسببوا فيهما فعليا، كفريق، في أن جعلوا العلماء يفحصون الشذوذ التالي لدينا، المعروف بالاندماج على البارد، على مسئوليتهم الخاصة.

4

الاندماج على البارد

الطاقة النووية من دون الدراما

توصل عالمان بمدينة سولت ليك بنجاح لاندماج نووي مستدام عند درجة حرارة الغرفة في معمل للكيمياء بجامعة يوتا. وربما يعني ذلك الفتح العلمي أن العالم يوما ما سيعتمد على اندماج مصدر للطاقة نظيف وفعليا لا ينضب.

هكذا كان التصريح الإعلامي، الصادر في 23 مارس سنة 1989 عن جامعة يوتا والذي أنهى التاريخ العلمي لمارتن فلايشمان. ويتذكر فلايشمان حافزه للبحث بطريقة مختلفة تماما. حيث يقول "ليست لدي أي نية في إنقاذ العالم. أي نية على الإطلاق".

يتحدث فلايشمان الإنجليزية بلكنة أهل أوربا الشرقية، فقد ولد فلايشمان في تشيكوسلوفاكيا، لكنه لا يتكلم كثيرا. وإذا سألته سؤالا، فهو قادر على الجلوس والتبصر فيه لدقيقة كاملة أو أكثر. وربما تعلم الحذر منذ ذلك اليوم.

لقد ندم كثيرا على ذلك التصريح الإعلامي وعلى المؤتمر الصحفي الذي تبع ذلك، ولكن الأمر الوحيد الذي لم يقر به أولا أنه لم يذكر أبدا الحقيقة. ويقول "إني لم أقل للناس أبدا إن اهتمامي فقط هو محاولة فهم الديناميكا الكهربية الكمية".

كان صيف 2007 عندما قابلت فلايشمان لأول مرة. مجرد مقابلة هذا الرجل وجها

لوجه، والذي يعتبر الآن فضولا في تاريخ العلوم، هو ضربة غير متوقعة. ويعيش الآن شريكه في تجربة يوتا، ستانلي بونز، في جنوب فرنسا ولا يرى أحدا، وخاصة الصحفيين. وفلايشمان الآن في الثمانينيات من عمره، ما زال يحصن نفسه بعيدا عن العالم الخارجي، ولم تأت زيارتي له إلا بعد شبكة من الاتصالات. ومع ذلك، فإنه في صحة جيدة. وفي الشهور التي تلت إعلان سنة 1989 حاول أيضا جوليان شوينجر الحائز على جائزة نوبل، عقد اجتماع مع بونز وفلايشمان وفشل. وفي لحظة ضجر أرسل التماسًا في جريدة لوس أنجلوس تايمز يطلب لقاء وفي النهاية تمكن صديق من ترتيب الأمور، وعليه توجه شوينجر إلى سولت ليك سيتي حيث جلس الفيزيائيون الثلاثة وتحدثوا حديثا مطولا حول حدود النظرية التي مكنت شوينجر من نيل جائزة نوبل.

كان فلايشمان أيضًا زائرا لسولت ليك سيتي، أما ستانلي بونز فهو المقيم بيوتا، وفي معمله أجريت تجارب الاندماج عند درجة حرارة الغرفة، والمعروف الآن بالاندماج على البارد. أنفق فلايشمان وبونز معا نحو 100000 دولار من مالهما الخاص على التجارب، لكنهما قابلا حائطا مسدودا. وكان يحتاجان لمبلغ 600000 دولار أخرى ليواصلا تجاربهما. وكتب طلبا مطولا للمعونة، حيث ذكرا فيه كيف أن الفهم الأفضل لعملية الفيزياء النووية– وخاصة كيف أن الطاقة النووية ربما يمكن أن تنطلق في تفاعلات عند درجة حرارة الغرفة– قد تسمح لك أن تحصل على مصدر جديد للطاقة. وإذا وضعنا الأمر بصورة مبسطة، فإنك ستحصل على طاقة أكثر مما تنفق، تماما كما يحدث في القنبلة الذرية، لكن بدراما أقل كثيرا. وهذا هو ما تشبثت به الجامعة عندما دفعت بقوة بونز وفلايشمان لإعلان نتائجهما في مؤتمر صحفي: بأن أبحاث الجامعة في طريقها لإنقاذ الكوكب. كان فلايشمان يشعر بالخزي لكن – بندم أبدي – واصل اللعب. لكن مشاركته في الجريمة كلفته سمعته وتاريخه العلمي. ولأسابيع قليلة أصبح العالم مجنونا بالقصة. ثم اختفى الأمر كله في نفخة من الفضيحة، جزئيًا لأن أحدًا لم يستطع تكرار نتائجهم، لكن السبب الأقوى هو أن النتائج التي ادعوها كانت غير معقولة.

الاندماج النووي حقيقة بما فيه الكفاية. اضغط ذرتين لتقربها من بعضهما بما فيه الكفاية لترتبط نواتاهما أو لتندمجا، وستنتج عن ذلك ذرة ثقيلة واحدة وتنطلق طاقة. هذا هو مصدر الحياة على الأرض: الشمس مسلحة بالطاقة عن طريق الاندماج. ففي

الشمس، تنضغط ذرات الهيدروجين معا نتيجة ضغط الجاذبية الهائل لتتكون ذرة واحدة من الهليوم. ويصاحب ذلك انطلاق قبضات من الطاقة، أعجوبة صغيرة، وعندئذ، أصبح لدى العلماء حلم طويل لإنتاج اندماج نووي محدود على الأرض.

لتسطع الشمس على الأرض، الفكرة عادة تتلخص في ضغط ذرات الهيدروجين "الثقيل". عادة، لا يوجد نيوترون بذرات الهيدروجين، لكن بعض ذرات الهيدروجين تحتوي على نيوترون واحد (الديوتيريوم) أوحتى اثنين (تريتيوم)، مما يجعلها أثقل. وذرات الهيدروجين الثقيلة هذه أفضل في عملية الاندماج من الهيدروجين العادي لأنها ستندمج عند درجة حرارة وضغط أقل. ففي الشمس تتم تفاعلات الاندماج عند درجات حرارة من 10 إلى 15 مليون درجة، وعند ضغط يعادل مائة مرة الضغط في أعمق الأجزاء في المحيط. وعلى الأرض، ظروف كل من درجة الحرارة والضغط – التي هي ضرورية للتغلب على التنافر الكهربي للأنوية الموجبة الشحنة – أمر شديد الصعوبة. وأي مساعدة، باستخدام الهيدروجين الثقيل، مثلا، مرحب بها للغاية.

وذلك مرحب به وخاصة حيث إن الديوتيريوم والتريتيوم متاحان بسهولة في مياه البحار. ونظريا، يوجد ما يكفي من الطاقة في المحيطات ما يكفي لكل حاجتنا. والواقع ليس أمرا مباشرا تماما، ومع ذلك، دأب الباحثون على محاولة إجراء تفاعلات الاندماج تحت ظروف معقولة لعدة عقود. وأصبح الأمر وكأنه الفكاهة السائدة في الواقع: ففي كل مرة تسأل حول التقدم، يقال دائما إن المشروع في طريقه للنجاح بعد عقود قليلة. وليس واضحا إذا كان في إمكاننا أبدا أن نخلق ظروف درجة الحرارة والضغط الموجودة في الشمس على الأرض.

وذلك ما جعل ادعاء بونز وفلايشمان مثيرا وغير عادي. لقد ضمنوا بادعائهم أن كل هذه العقود من المجهود، وملايين الدولارات على البحوث ربما كانت مضيعة للوقت، حيث أنك من الممكن الوصول إلى تفاعل اندماج وانطلاق طاقة نووية عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي، وفي شيء ليس معقدا أكثر من كاس معملية. وأقل ما يمكن قوله، الأجهزة في تجربة بونز وفلايشمان كانت بسيطة. كانت كاسهم تحتوي على ماء ثقيل، حيث كل جزء أكسجين يرتبط بذرتين من الديوتيريوم بدلا من ذرتي هيدروجين بسيطتين. وضعوا في ذلك الإناء إحدى نهايتي قضيب من البلاديوم. أما

النهاية الأخرى للقضيب فقد أوصلوها ببطارية. وأوصلوا النهاية الأخرى للبطارية بملف من سلك بلاتيني حيث لفوه حول الحائط الداخلي للكأس.

ويعني إعداد التجربة بهذا الشكل أن التيار من البطارية أنتقل عبر سلك البلاتين خلال الماء الثقيل، إلى قضيب البلاديوم. وادعى بونز وفلايشمان أنه نتج عن ذلك أن ذرات الديوتيريوم تكدست في المسافات بين ذرات البلاديوم في القضيب. وتكدست بصورة متلاصقة جدا لدرجة أنها بدأت في الاندماج، مطلقةً طاقة.

الجزء الأول من التفسير يبدو أنه معقول، على الأقل. كان توماس جراهام الكيميائي الأسكتلندي هو أول من أشار، في سنة 1866، أن البلاديوم يمكن أن يمتص غاز الهيدروجين. ويبدو، في الواقع أن البلاديوم له شهية غير عادية لهذه المادة. عند درجات الحرارة والضغط العاديين يستطيع البلاديوم امتصاص كمية من الهيدروجين تعادل تسعمائة مرة مثل حجمه. لكن هل يمكن في الواقع أن يمتص قضيب من البلاديوم تلك الكمية الكبيرة من الهيدروجين الكفيلة بأن تجعل الذرات تبدأ في الاندماج؟

ادعى بونز وفلايشمان حدوث ذلك لأن التجربة، كما قالوا، تنتج كمية شاذة من الحرارة. وترتفع درجة الحرارة في الكأس بصورة هائلة فوق أي شيء قابل للتفسير عن طريق الطاقة الآتية من البطارية. فالطاقة آتية من مكان ما والاحتمال الوحيد أنها آتية من اندماج ذرات الديوتيريوم.

عندما أعلن الاثنان ادعاءهما، أصبح هناك سباق مسعور لتكرار نتائجهم. دعت وزارة الطاقة الأمريكية فريقا من أنجب العلماء للمثول – المجلس الاستشاري لبحوث الطاقة Energy Research Advisory Board (ERAB) – لتحكيم النتائج. وفي نوفمبر 1989 أعلنت اللجنة حكمها. وقال التقرير "تؤيد بعض المعامل زعم يوتا عن إنتاج الحرارة الزائدة" عادة لفترات متقطعة، لكن معظم المعامل تسجل نتائج سلبية". وانتهت اللجنة بأن النتائج حول الحرارة الزائدة "لا تقدم أدلة مقنعة بأن مصادر مفيدة للطاقة ستنتج من الظواهر العائدة إلى الاندماج على البارد... والدليل الحاضر لاكتشاف عملية نووية جديدة، والتي أطلق عليها اندماج على البارد ليست مقنعة"، "ونتيجة لذلك أوصت اللجنة "ضد تأسيس برنامج خاص في مراكز بحث لتطوير الاندماج على البارد". وأكثر الأشياء الإيجابية التي قالتها اللجنة هي إن "بعض الملاحظات التي تُعزى

إلى الاندماج على البارد لم يتم بعد إبطالها". ونتيجة لذلك، كانت "حساسة نحو دعم متواضع نحو تجارب مركزة وتعاونية داخل نظام الدعم المالي الحالي. ففي الوقت الذي كان يطلب فيه معظم العلماء سفك دم بونز وفلايشمان، لا يمكن أن يحدث أبدا أن يتوجه أي إنسان بالمخاطرة ويسأل عن طلب مال. وكما صاغ الكاتب بينيت دافيس الاندماج البارد "فهو جدير بالاحترام في العلوم كاحترام الكنيسة للإباحية".

ومع ذلك، كان هناك مكان واحد حيث لم تكن الفكرة عن الاندماج على البارد بهذا السوء تماما: معامل البحوث البحرية بمكاتب البحرية الأمريكية. كان مارتن فلايشمان يعمل مستشارا بالبحرية، وكثير من الباحثين هناك نشروا أبحاثا معه، وكانوا يبحثون مشروعًا خاصًا بهم عن فكرة الأبحاث النووية عند درجات حرارة منخفضة. كانوا يعرفون جيدا أن فلايشمان ليس إنسانا تافها. وقد اختير منذ ثلاث سنوات عضوا بالجمعية الملكية، الأكاديمية العلمية البريطانية التي تكرم معظم العقول المرموقة في بريطانيا والكومونولث. ونشر المئات من البحوث التي أجازها أخصائيون، وكان مشهودا له أنه واحد من أفضل العلماء في الكيمياء الكهربية. وعندما اشتعلت فضيحة بونز وفلايشمان سأل الرؤساء بالبحرية الأمريكية الباحثين إذا ما كان أي منهم يعمل في أمور مثل تلك. رفع العديد منهم أيديهم بالإيجاب. وسمح لهم بأن يواصلوا.

وتم العمل في هذا الاتجاه بهدوء، ولا توجد كلمة "الاندماج على البارد" في أي من صفحات ميزانية البحرية. وجاءت أموال تلك البحوث تحت بند نفقات "متنوعة" ويشار إليها كأبحاث داعمة في "التأثيرات الشاذة في أنظمة الديوتيرم". ومع ذلك، أتيح للكيميائيين بالبحرية أن يواصلوا أبحاثهم. وبالنظر إلى الوراء في تقرير المجلس الاستشاري لبحوث الطاقة الأمريكية لنوفمبر 1989، مثلا، وسنجد فيه مساهمة لميلفن مايلز.

وقصة مايلز هي تقريبا عالم مصغر لقصة الاندماج البارد. وهو الآن متقاعد من البحرية، لكنه في سنة 1989 كان يعمل في مركز أعمال الحرب الجوية بالبحرية في تشاينا ليك بكاليفورنيا. كان مايلز مؤلفًا لمائة أو نحو ذلك من البحوث التي أجازها الخبراء، و لم يكن بغريب على إجراء التجارب الدقيقة، وأعتقد أنه بإمكانه اختبار ادعاءات الاندماج على البارد كما فعل الآخرون جميعا. وذلك كان القرار الذي أودى في النهاية بتاريخه العلمي إلى نهاية مهينة.

وبحث مايلز المشار إليه في تقرير ERAB بحث مباشر لتجربة عملية: وجد مايلز قطعة من البلاديوم في معمله، التي غمرها طواعية في الديوتيريوم لمدة أسبوع. والفكرة هي أن البلاديوم سيصبح "محملا" بالديويتريوم. وبعد ذلك وضع شوكة من الفلز في خلية كهروكيميائية وأوصل الدائرة. لم يحدث شيء. ولا تأثير حراري يذكر، ولا دليل على تفاعلات نووية، وذلك ما سجله مايلز، مضيفا نتائج أبحاثه إلى الكوم المتنامي من الأدلة ضد بونز وفلايشمان.

ربما كان مايلز ينوى التوقف عند ذلك، لكن بعضا من رفاقه، رفاق كان يحترمهم- يسجلون بين لحظة وأخرى دفقات من الحرارة الزائدة في تجاربهم. ولذلك حاول مايلز ثانية. وما بين مارس وأغسطس 1989 لم يكن هناك أي تغير في النتائج. ثم أرسل إليه فلايشمان توصية. وكانت عينات فلايشمان من البلاديوم هي "جونسون ماتثي ماتيريال A". أرسل مايلز في طلب بعض منها وحاول إجراء التجارب عليها. وأرسل نتائجه إلى مجلة (Journal Electro-Analytical Chemistry) في ديسمبر 1990. وفي ثمان من التجارب أعطت عينات البلاديوم ما بين 30 و50 % طاقة أكثر مما بدأ به.

لم يحدث البحث الإثارة التي كان من المنتظر حدوثها. لم تلتقطها أي من وسائل الإعلام، لكن ما سجله مايلز، في الأساس، أنه أعاد تجارب بونز وفلايشمان وتوصل إلى نتائج مماثلة. لم يكن تقريره كافيا لينقذ تاريخه العلمي.

كان مايلز في أمان نسبيا حتى سنة 1996. كان رئيسه في مكتب البحوث البحرية، روبرت نوواك، الكيميائي الذي رصد ميزانية متواضعة لبرنامج الاندماج على البارد ودافع عنه في مواجهة التهديدات ودفوعات المتشككين الذين لم يتقبلوا أن يقع الدعم الفيدرالي في أيدي باحثي الاندماج على البارد. كما دافع نوواك أيضا عنه في مواجهة الفشل: من 1992 إلى 1994. لم يتمكن أبدا مايلز من إعادة إمكانية توليد الزيادة من الحرارة.استعمل أخصائي التعدين بالبحرية الذين أمدوه بأقطاب من سبائك البلاديوم للعامين التاليين – وكل النيّات الحسنة للإدارة وصبرها – للوصول للوصفة الصحيحة. وعندما توصل لها، بإنتاج أقطاب أعطت مايلز طاقة زائدة ثابتة بمقدار 30 إلى 40 %، ألغيت ميزانية الاندماج على البارد.

تمكن معظم باحثي الاندماج على البارد من إيجاد أعمال في مشاريع أخرى، لكن

ليس منهم ميلفن مايلز. ترك نوواك وظيفته بالبحرية ليعمل في وكالة مشاريع أبحاث الدفاع المتقدمة، وأخبر خلفه مايلز بأنه فعليا غير متوظف لديه. لابد من دفع ثمن كل شيء، بما في ذلك وقت مايلز، وفي المناخ الجديد لا أحد يرغب في شراء وقت باحث لطخ نفسه بأبحاث الاندماج على البارد. ومئات الأبحاث التي أيدها رفاق مشهود لهم عليها اسم مايلز لم تعن أي شيء، فأعيد تعيينه في وظيفة كاتب في المخزن. والفضل يرجع لأبحاث الاندماج على البارد أن أنهي مايلز تاريخه البحثي في البحرية بتناول الصناديق من على الأرفف. والدرس؟ الانضمام لأبحاث الاندماج على البارد هو الطريق الأكبر لمحو كتابك العلمي. ولقد حدث ذلك حتى مع الحائز على جائزة نوبل.

توفي جوليان شوينجر في يوليه 1994 متأثرا بسرطان البنكرياس. وعلى الرغم من أن مجلة ناتشر لم تذكر أعماله المتعلقة بالاندماج على البارد صراحة عند تقديم عزائه فإنه يتكلم "عن نوعية الحياة في الجزء الأخير منها الحلو – المر". "مشيرة أن شوينجر رفض متابعة الاتجاهات الأخيرة والمتمشية مع العصر في الفيزياء النظري، فهي تخمينية إلى حد كبير ومرتبطة بشكل غير ملائم بالتجربة" وأصبح "منعزلا بشكل متزايد، وإلى درجة ما، منفصلا عن عالم مجتمع الفيزيائيين".

ومن الواضح أن شوينجر رأى الجانب المر أكثر من الجانب الحلو. كان رد فعل أقرانه بالنسبة لاهتمامه بالاندماج على البارد يكتنفه الازدراء في أغلبه. كتب سنة 1991، قبل ثلاث سنوات من وفاته "ضغط التماثل مع الجميع هائل، لقد لاحظت في رفض المحررين للبحوث المقدمة أن الرفض مبني على نص حقود من محكمين مجهولين. فإحلال المراجعين الحياديين بالرقابة هو موت للعلم".

ولقد أوجز شوينجر موقفه حيال الاندماج على البارد في مقال معد للإلقاء كتبه قبل وفاته لكنه لم يلقه، وقُرأ في مؤتمر عن الاندماج على البارد بعد وفاته بخمسة شهور. كتب شوينجر كما لو أن بولونيوس(*) قد قال: سواء أن تكون مؤمنا أم غير مؤمن منذ البداية المبكرة... لقد سألت نفسي – ليس إذا كان بونز وفلايشمان على صواب – ولكن ماذا إذا كان من الممكن التوصل إلى ميكانيكية يمكن أن تؤدي إلى طاقة نووية بالتعامل عند المستوى الذري – الكيميائي.

(*) بولونيوس: شخصية في رواية هاملت لشكسبير، وهو والد أوليفيا. (المترجمان).

قام شوينجر بعدة محاولات لتفسير نتائج الاندماج على البارد، وكتب ثمانية بحوث نظرية. لكن لم تفسر بالضبط أي من نظرياته الملاحظات بالطريقة السليمة، لكنه لم ييأس أبدا، فبالنسبة له، يبدو أن نتائج بونز وفلايشمان قد أثارت سؤالا مثيرا، السؤال الذي ظل يتعقبه حتى وفاته. سواء كان بونز وفلايشمان على صواب أم لا ليس ذلك هو الموضوع، هل ألقيا الضوء على موضوع يستحق الدراسة؟ هل من الممكن انطلاق طاقة نووية بالتعامل مع الذرات بطرق كيمائية؟ والرجل الذي ساعد في خلق نظرية، والذي أشادت به جريدة النيويورك تايمز "واحدة من إنجازات القرن العشرين الحاسمة القليلة في الفيزياء" اعتبر أن هذا السؤال يستحق السنوات الباقية من عمره.

هذه الحقيقة وحدها تجعل أخذ موضوع الاندماج على البارد بشكل جدي أمرا شاذا ويستحق الإشارة، وأن بعض أعمال شوينجر المبكرة كذلك كانت مدفوعة باهتمامه بأمر شاذ. ففي السنوات التي تلت الحرب العالمية الثانية مباشرة، أظهرت التجارب الجديدة أن الجزء "فائق الدقة" للطيف الذري للهيدروجين يختلف عن النموذج النظري القياسي لذلك الوقت، النموذج الذي توصل إليه بول ديراك، العالم الفيزيائي البريطاني. كان شوينجر مفتونا بذلك، لكن حذرا. ويتذكر ذلك نورمان رامزى الفيزيائي بجامعة هارفارد وأحد التجريبيين المشتركين في إلقاء الضوء على الشذوذ الأصلي، بأن شوينجر لم يود أن يضيّع وقته إذا كانت كل الضجة حول لا شيء.

دعاني شوينجر إلى الغداء وسألني أسئلة استفسارية حول كفاءة تجارب عملية فائق الدقة الشاذ. وقال إنه يعتقد أنه يستطيع تفسيرها، لكن عليه أولا أن يطور نظرية QED النسبية، لكنه قلق بأن يقوم بكل هذا الجهد إذا لم يكن الشذوذ الفائق الدقة حقيقيا. وأخبرته باقتناعي أنه حقيقي. وعندئذ بدأ يعمل بهذه المشكلة بجد ونشاط.

في 30 ديسمبر سنة 1947 تسلمت مجلة فيزيكال ريفيو تفسيرا لذلك الشذوذ. لقد تطلب ربطا جديدا بين نسبية لأينشتاين ونظرية جديدة للديناميكا الكهربية الكمية. ونشرت المجلة في حينه بحث شوينجر. وكان ذلك أول تطبيق لنظرية QED النسبية، وهي الآن مكون أساسي في الفيزياء الحديثة. إذا كان شوينجر مهتما بالتأكيد أن شذوذ طيف الهيدروجين حقيقي قبل استثمار كثير من الوقت في المشروع، فيبدو أنه كان أيضا مقتنعًا بأن نتائج الاندماج على البارد أمر مشابه يستحق انتباهه.

ومع ذلك، فالعلم ليس حول الأشخاص، فالأمور الشاذة الحقيقية تقف وحدها لأنها لا تختفي. فأبحاث الاندماج على البارد صمدت حتى بعد موت شوينجر وتقاعد مايلز وشجب الجمهور لبونز وفلايشمان: ففي سنة 2004 اعترفت دراسة بوزارة الطاقة (DoE) أنه ربما هناك شيء ما حول مزاعم الاندماج على البارد بعد كل ذلك، وأوصت بأنه "يجب على الوكالات الداعمة أن تمول مقترحات المشاريع المصممة جيدا والمتعلقة بتجارب الاندماج على البارد".

جاء هذا التقرير نتيجة للفحص الأول للحجج التي تراكمت منذ تقرير ERAB الذي تجمع على عجل سنة 1989، وبالتأكيد تغيرت الأمور منذ ذلك الوقت: فالباحثون بالبحرية، على سبيل المثال، نشروا تقريرا في مجلدين لأبحاثهم التي تغطي عقدًا من الزمان. ومع ذلك، ربما يكون الأمر الأكثر إثارة هو، كيف أن واحدا من التقارير الأصلية – والذي هوجم بشدة – المتعلقة بادعاءات بونز وفلايشمان قد تم تحريفه.

في أول الأمر عندما أعلن بونز وفلايشمان ادعاءهما كان هناك ثلاثة متسابقين في المقدمة سواء لتأكيد أو دحض الاندماج على البارد. فنتائج من معامل MIT وكالتيك ومعامل هارويل من المملكة المتحدة دائما ما يكون لها تأثير كاف لتقدير النتائج سواء كان ذلك بالإيجاب أم السلب أكثر من أي معامل أخرى في العالم. وعندما سجلت هذه المعامل الثلاثة ثقيلة الوزن أنها فشلت في أن ترى أي زيادة في الحرارة المنطلقة كان معنى ذلك نهاية الاندماج على البارد.

ومع ذلك، لم يكن تقرير MIT بالدقة المطلوبة. ولقد اعترف الباحثون بمعهد MIT أن محاولتهم لإعادة بحث بونز وفلايشمان قد أنتج حرارة أكثر مما كان متوقعا. على الرغم من أن هذا الدليل لم يظهر في التقرير الذي نشر، وظهر في ملحق بعد النشر يوثق الحرارة الزائدة.

ظهر هذا التحول إلى الضوء بعد أن تلقى كبير المحررين العلميين، يوجين مالوف بمعهد MIT، البحث النهائي. كان البحث المؤرخ 13 يوليو 1989 يبين أنه لم تظهر أي زيادة في كمية الحرارة، ونتيجة لذلك شجب الاندماج البارد. وبعد ذلك وصلت مالوف مسودة نسخة مبكرة لنفس البحث موضحة بالتفصيل مخرجات نفس التجارب. كانت النسخة بتاريخ 10 يوليو، وأظهرت النتائج فيها زيادة الحرارة. وفيما يبدو أنه

خلال تلك الأيام الثلاثة قد تم تغيير النتائج من إظهار زيادة في الحرارة إلى عدم ظهور زيادة، قدم مالوف بناء على ذلك شكوى رسمية، ثم استقال احتجاجا.

ونتيجة لشكوى مالوف تمت إضافة الملحق إلى تقرير MIT. لكن ذلك لم يغير شيئا في ERAB، لأن التقرير كان قد تم تقديمة للكونجرس بأن ادعاءات بونز وفلايشمان لا أساس لها، ولكن على الأقل تظهر الآن التسجيلات بأن الشكل البياني للحرارة قد تم تحريفه. وقد فعلوا ذلك لأن فريق البحث قرر أن الحرارة الزائدة ليست هي الدليل القاطع، وما يهم هو الانطلاق المفاجئ للحرارة، وأن حرارتهم المنطلقة ليست مفاجئة بالقدر الكافي. ولكن يبدو أن لديهم كثيرًا من الثقة في نتائجهم على أية حال، وسجل مالوف حول المسألة، "العشر سنوات التي هزت الفيزياء" حيث يتذكر كيف أعلن برفيسور رونالد باركر بمعمل الاندماج بواسطة البلازما للعامة أن بيانات الكالوريميتري – السعرية (قياسات الحرارة) "لا تستحق الذكر".

السعرية علم قياس كمية الحرارة معروف عنه أنه من أصعب العلوم، ومن المفيد الإشارة بأن نتائج السعرية غير مفيدة هذه الأيام: ووفقا للباحثين بالتجربة، لا توجد تجارب على الاندماج النووي التي تنتج كميات زائدة من الحرارة وقابلة للتكرار. ومع ذلك تغيرت الصورة في بحوث الخمس عشرة سنة الأخيرة بما فيه الكفاية لمجموعة DOE لتقر بوجود شيء ما يستحق النظر في الاندماج على البارد. وفي السنوات منذ ظهور تقرير DoE، ظهر فتح علمي جديد كذلك. والآن توجد لدى باحثي الاندماج النووي أدلة قوية أنه، ومع كل الاعتبارات السعرية، بالتأكيد هناك نوع ما من التفاعلات النووية يجري في تجاربهم.

إذا أردت الحصول على طاقة من الذرات، فإما أن تشق قلبها في عملية تسمى الانشطار النووي، أو أن تدمج ذرات مختلفة معا بما يعرف بالاندماج النووي. وتنتج كلتا العمليتين طاقة، ولكنهما أيضا تنتجان عددا من المنتجات الثانوية التي تعتمد على ما هي الذرات المستخدمة، وعلى ما إذا كانت العملية انشطارًا أم اندماجًا؟ وكثير من المنتجات الثانوية عبارة عن جسيمات ذات طاقة عالية تنطلق من التفاعل ومن الممكن التعرف عليها.

يستخدم العلماء النوويون نوعا من البلاستيك يدعى CR39، لكشف الأحداث

النووية. وCR39 هو نفس نوع البلاستيك المستخدم في عدسات النظارات. ضع قطعة من ذلك البلاستيك بجوار غرفة يُجرى فيها تفاعل نووي، وستقوم معظم الجسيمات المتطايرة من التفاعل بشطر الروابط الجزيئية للبوليمر، مكونة نمطا دالاً من الحفر والخدوش الميكروسكوبية. وذلك النمط يبدو كالبصمة إذا كنت على دراية بما تفعل، فمثل عملية بوليسية مباشرة يكفي أن تنظر إلى النمط لكي تتعرف على نوعية الجسيمات التي ارتطمت بالرقيقة البلاستيكية وبأي طاقة تنتقل. وبهذه المعلومات يمكن أن تعرف أي نوع من التفاعلات يجري داخل الغرفة.

وضع الباحثون بالبحرية رقائق CR39، وتلك الرقائق تبدو كشرائح الميكروسكوب- في خلايا الاندماج على البارد ثم أعطوها لإخصائيين مستقلين في المسار النووي ليفحصوها. كان الأخصائيون مقتنعين بأنهم ينظرون إلى حادث نووي جدير بالأهمية. ضع رقيقة من CR39 بجوار قطعة من اليورانيوم المستنفد، فلز مشع، ستجدها مغطاة بخطوط عشوائية ودوائر مركزية. ضع واحدة في تجربة اندماج على البارد وسينتهي بك الأمر إلى مشاهدة الشيء نفسه.

ربما يبدو وكأن ذلك ليس أمرا مهولا، لكن رقائق CR39 تقدم على الأغلب دليلا لا يقبل الشك على أن ما يجري داخل تلك التجارب البسيطة يتضمن تفاعلات نووية. هذا أمر خطير، وكذلك سمح لهم للتقدم والتحدث بثقة إلى الرؤساء في البحرية حول ما يقومون به، لقد نسجت نتائج CR39 لباحثي الاندماج على البارد، نشر أول بحث لهم في مجلة واسعة الانتشار في الاتجاه العام في عدة سنوات. ففي يونيه 2007 نشرت النتائج في مجلة (Naturwissenschaften)، المجلة التي نشرت كذلك أبحاثًا لألبرت أينشتاين نفسه. ولقد أقنعت نتائج CR39 كذلك البحرية بتقديم دعم آخر لأبحاث الاندماج على البارد.

ومع ذلك، ما زال ما هو ليس في جعبتهم هو الدليل الحاسم على الطاقة الزائدة. ولا يدعون بإنتاج حرارة شاذة أو حدوث اندماج. بل في الواقع هم حتى لا يستخدمون الكلمة التي تبدأ بحرف f (Fiusion) ويشيرون إلى ما يجرى في تجاربهم أنه تفاعلات نووية عند طاقة منخفضة. وبعدة طرق، فذلك أمر محبط بشكل كبير، ففي الاندماج على البارد، السعرية هي كل شيء لأن الحرارة الزائدة هي كل ما في الموضوع. إلا أننا، علينا

أن نتقبل ما لدينا. فالآن، كل شواذ الاندماج على البارد تظهر فقط في نتائج CR39. ربما ستؤدي إلى شكل من أشكال الطاقة النظيفة والتي في النهاية، قد لا تؤدي إلى ذلك. لكننا نستطيع قول ذلك: اشحن البلاديوم بجزيئات من الهيدروجين الثقيل ومرِّر تيارا خلاله، وسيظهر نوع من تفاعل نووى سيجري.

كانت مجلة الإيكونومست واحدة من المنشورات القليلة التي اتخذت وجهة نظر لحظية على كارثة الاندماج على البارد. فبعد شهر من إعلان بونز وفلايشمان، حيث قالت إن الحادثة سنة 1989 هي "بالضبط ما يجب أن يكون عليه العلم" وحتى لو كان الاثنان على خطأ، فلم يحدث أي ضرر، فالشكوى بمضيعة الوقت والمال هو رد فعل جبان. فلقد قدم بونز وفلايشمان "الإثارة وشحن الهمم على نطاق واسع". ويبدو ذلك ساذجا لحد ما على ضوء ما جرى بعد ذلك، لكن الإيكونومست كانت على صواب: فالأبحاث هي الشيء الذي يجب أن يدور العلم حوله، ولقد قادنا بحثهما إلى مكان ما. وما هو واضح، وما هو أكثر من ربما، هو أن العمليات النووية يمكن أن تتم دون دراما كبيرة من النار والعاصفة. وبينما نطور فهمنا للفيزياء النووية لما هو أبعد مما يتم وصفه بالنظرية المعروفة بالديناميكة الكهربية الكمية، فمشروع تجارب الاندماج على البارد ربما يبرهن يوما، أنه قفزة غير متوقعة في الظلام دفعت بنا إلى عصر جديد في العلوم النووية.

ربما لدى جوزيف بريستلي أكثر وجهات النظر ملاءمة. ففي حياته، اكتشف بريستلي الأكسجين، بالمصادفة، وابتكر الماء المكربن. حيث قال ذات مرة "في هذا المجال أكثر الأمور تعود للمصادفة – أي ملاحظة الأحداث الناتجة من أسباب مجهولة – أكثر من أي نظرية سبق تصورها". فقصة الاندماج على البارد كانت كارثة، بدأت بمحاولة لاستقصاء نظرية عميقة وولدت ما هو أكثر من فضيحة كاشفة أسوأ الجوانب في الطبيعة البشرية (والطبيعة البشرية للعلوم). لكن الأمر لم ينته بعد، وهناك علامات توحي بأن هناك شيئًا ما زال يستحق الجهد، شيئًا سيغير تاريخنا المتعدد الألوان ويجعلنا سعداء قبل أن يصبح مارتن فلايشمان وستانلي بونز فضولا علميا. كانا هما ببساطة فضوليين.

5

الحيــاة

هل أنت أكثر من مجرد حقيبة من الكيماويات؟

لقد نظرنا، حتى هذه اللحظة، إلى شواذ تمتد من المقياس العظيم الكبير إلى الأصغر "من الطبيعة القصوى للكون إلى طبيعة الأنوية الذرية، تنوعت التضمينات من تميز القدَر الأقصى للكون إلى تجميع شكل جديد من الطاقة على الأرض. ومع ذلك، ليس هناك شيء يمكن أن يكون مهمًا بشكل أساسي للبشر كتضمينات الأمر الشاذ التالي، إنها من الأهمية لدرجة أنها جعلت منظر التعقديه من سانتا Fe، ستوارت كوفمان، يقول إنه إذا استطعنا فهمها فإن ذلك سيفتح الأبواب إلى علم جديد تماما، ما هذا الشاذ؟ إنك تعرفه أفضل بالشيء الذي ندعوه الحياة.

ومن بعض النواحي، من الصعب أن نرى الحياة على أنها شاذ. لكن قد جاء هذا الازدراء من التعود، فلنتوقف عن أخذ الأمور كمسلمات، وفكر حول ما يفرق العالم البيولوجي عن عالم الأشياء غير الحية، وكما ترى الملاحظات العلمية، إنها حالة صلبة كالحديد: هناك كثير من الأشياء لها خاصية تطلق عليها حية. وهناك أيضًا كثير من الأشياء حولنا والتي لا يمكن أن يدعوها حية. لكن لا يستطيع أن يخبرك أي عالم على ظهر الأرض أين تقع الاختلافات الأساسية بين تلك الحالتين. ولا يستطيع أي منهم أن يأخذ شيئا ما من حالة اللاحي ويحولها إلى شيء ما يوافق الجميع أنه حي، وفي الواقع ما زال العلماء يتصارعون حول الاتفاق على ما يمكن أن يُكوّن مثل هذه الخطوة.

نحن نتكون من جزيئات يمكن وصف سلوكها وخواصها الانفرادية عن طريق العلم– تقدم نظرية الكم التفسير الجذري. ومع ذلك، وبشكل ما، توضع تلك الجزيئات مع بعضها بطريقة تؤدي إلى خواص تتحدى التفسير عن طريق أي نظرية. ونحن نقر بأن هذه الخواص هي الشيء الذي نسميه حياة. لكن ذلك ليس أكثر تنويرا من عنوان المادة الداكنة بالنسبة للكوسمولوجيين، وكما سأل إروين شرودنجر أبو نظرية الحكم سنة 1944، "ما الحياة؟"

والإجابة التي يفضلها معظم العلماء "ليست بالشيء الخاص"، ليس هناك من الأسباب ما يجعلنا نعتقد أن هناك شيئا ما سماويا أو روحيا، شيء مثل "شرارة حيوية" يضغط عليها لتعطي الحياة لتجمع من الجزيئات، وليس هناك كذلك سبب لكي نعتقد أن السؤال خارج نطاق الظواهر العلمية أو الصوفية أو الفلسفية بشكل ما، وليس هناك، كما يقولون، أي سبب لنعتقد أننا لا نستطيع أن نجد الإجابة، إن الأمر فقط، حاليا، أننا لسنا متأكدين أين وحتى كيف نبحث في الأمر.

هناك كثير من الوسائل لمحاولة الكشف عن الطبيعة الأساسية الحياة. واحدة من تلك الطرق هي أن نجد كيف بدأت: بتعقب شجرة الحياة حتى النقطة التي كان عندها كل ما هو موجود مجرد كيمياء. وطريقة أخرى هي محاولة بناء شيء ما يكون "حيا" من نقطة البداية: أي خذ بعض الكيماويات وضعها مع بعضها بشكل قد يجعلها تصبح حية. والخيار الثالث هو أن تجلس وتفكر حول ما هو بالضبط الذي يحدد الفرق بين الأشياء الحية وغير الحية ثم تأتي بتعريف للحياة، وعلى الأغلب فإن الخيار الأخير ربما يكون الأنسب لأن تطرقه، وهو كذلك الطريق المعترف بصراحة أنه يؤدي إلى طريق مسدود.

كيف نُعرِّف الحياة؟ هل هي عندما يعيد النظام إنتاج نفسه؟ إذا كان الأمر كذلك، فكثير من برامج الكمبيوتر يمكن أن نطلق عليها أنها حية، وبينما كثير من الناس رجال ونساء عقيمات، مثلا، أو راهبات لا يمكنهن الإنجاب. تستهلك الأشياء الحية طاقة، وتتحرك، وتتخلص من الفضلات، ولكن هكذا تفعل السيارات، ولا يستطيع أحد أن يطلق عليها أنها حية.

توصل شرودينجر إلى نتيجة بأن الحياة هي النظام الوحيد الذي يقلب التعاقب الطبيعي للأنتروبية رأسا على عقب، التحرك من الترتيب إلى عدم الترتيب، وفعليا، الأشياء الحية

هي، الآلات التي تخلق الترتيب من اللا ترتيب في بيئتها. ذلك، بالنسبة له، هو العصارة العلمية التي تتصدى لحالة الوفاة. لكن ذلك ما زال ليس كافيا، مع ذلك، فشعلة الشمعة تبعث الترتيب من اللا ترتيب في بيئتها وهي بوضوح ليست حية.

لعل الفيزيائي بول دافيس واحد من أكثر من حاولوا شرح تعريف للحياة، لكنه كذلك قد تعثر في الوصل إلى إجابة فاصلة. وبدلا من ذلك، يعتبر أن للحياة خصائص متنوعة، ليس أي منها يعرف الحياة فيها أو من داخلها، وكثير منها يمكن أيضًا رؤيته في المادة غير الحية. وفي كتابه الحاصل على جوائز "المعجزة الخامسة"، يستعرض دافيس تلك الصفات - وإخفاقاتها - كتفسيرات أو توصيفات للحياة بدلا من تعريفات. فالكائن الحي يمارس الرياضه، يعالج الكيماويات ليكسب طاقة لنفسه (كما تفعل البقعة الحمراء العظيمة على كوكب المشترى). والكائنات الحية تتكاثر (كما البغال لا تتكاثر في حين الحرائق والبلورات تفعل). الحياة بها تعقيدات منظمة، أي أنها تتكون من أنظمة معقدة تعتمد على بعضها بعضًا مثل الشرايين والسيقان (في ذلك هي بالأحرى على مثال السيارات الحديثة). وهي تنمو وتتطور (وكذلك يفعل الصدأ). وهي تحتوي المعلومات، وتنقل تلك المعلومات إلى آخرين (وكذلك تفعل فيروسات الكمبيوتر). وكذلك تظهر الحياة تضافر الاستدامة والتغير والتطور من خلال التطفر والانتقاء. وفي النهاية وربما ما هو الأكثر إقناعًا لدافيس أن الكائنات الحية مستقلة، فهي تحدد أفعالها الذاتية.

ولقد أضاف آخرون لهذه القائمة. ووفقًا للبيولوجية لين مارجوليس، فإن النظام الحي يجب كذلك أن يكون داخل حدود هي جزء من النظام ككل. ومع ذلك، فمهما كانت الوسيلة التي تنظر بها فإن التعريف، أو بالأحرى سلسلة الاقتراحات والخصائص، هي كلها مهمة لحد كبير لأن تصبح مفيدة في الحقيقة. وفي الواقع فإن المحاولات لتعريف الحياة بدأت ترى على أنها مضرة، ولقد أعلنت مجلة ناتشر في مقال افتتاحي في يونيه 2007:

> أنه ربما كان المرء يأمل في أن مثل هذا الإدراك الحسي للحاجة لتفريق نوعي بين المادة الخاملة والمادة الحية - مثل هذه الحيوية - قد كانت مدفونة إلى جانب معتقدات ما قبل داروين بأن الكائنات تتولد تلقائيا

> من المادة المتحللة. والعلماء الذين يعتبرون أنفسهم كذلك أنهم تخطوا مثل هذه المعتقدات، مع ذلك يدعمونهم عندما يحاولون وضع معايير لما يُكوِّن "الحياة".

كان المقال الافتتاحي يشيد بإنجازات البيولوجيا التخليقية: محاولة بناء حياة من مكوناتها الكيميائية. وهذا من وجهة النظر المؤسسية، هو الطريق إلى الأمام للتعامل مع حقيقة أن الحياة لا تتلاءم مع الأنماط القائمة للفهم. والسؤال على الرغم من ذلك ما إذا كانت قادرة على النجاح أم لا، ما زال دون جواب.

كان أول الباحثين الذين حاولوا تحركا مهمًا نحو خلق حياة هما ستانلي ميللر وهارولد سي. يوري الكيميائيين بجامعة شيكاغو. ففي سنة 1953 وضعا في دورق معزول خليطا من النشادر والميثان والهيدروجين والماء ليحاكيا الغلاف الجوي البدائي للأرض. ثم مررا شررًا كهربية خلال المخلوط. وكانت الفكرة أنه ربما أحدثت شرارة العواصف الرعدية في كيماويات الأرض البدائية ما أطلق الحياة الأولى.

كانت التجربة نجاحًا غير عادي. وبعد أسبوع من التفريغ الكهربى المتواصل تحول نحو 2 % من كربون المثيان إلى أحماض أمينية، وتلك هي القوالب البنائية للبروتين. كان ذلك فتحا.

المشكلة، أنه كان بالتجربة عيب. فالغازات التي استخدمها ميللر ويوري ليست هي التي يظن الآن العلماء أنها كانت الموجودة في الغلاف الجوي البدائي. بل في الواقع، كانت خصائص الكيماويات الأساسية للمخلوط خاطئة كلية. والأكثر من ذلك، فإن مكونات حياة الأرض– بروتينات ودهون وكربوهيدراتات وأحماض نووية – لم تظهر. ولقد شبه روبرت شابيرو، أستاذ الكيمياء بجامعة نيويورك، تجربة إنتاج الأحماض الأمينية بالإنتاج العفوي لعبارة to be أثناء هجوم عشوائي على مفاتيح الآلة الكاتبة، فهذا لا يعني أن بقية رواية هاملت ستتبع ذلك ويقول "أى حسابات معقولة للفرص تكشف أن إمكانية إنتاج مسرحية أو قصيدة أو سوناتا بهذه الطريقة هو أمر ميئوس منه، حتى لو كانت كل ذرة من مادة على الأرض آلة كاتبة وتحولت إلى نص دون انقطاع طيلة الأربعة ونصف بليون سنة الماضية".

وهكذا من الصعوب أن نعتبر أن تجربة ميللر يوري تمثل نجاحًا. إلا أنها تبين ما يمكن

أن يكون محتملا. وفي سنة 1961 ذهب خوان أورو من كاتالونيا إلى أبعد من ذلك. وضع أورو الماء وسيانيد الهيدروجين والنشادر معًا وأنتج كمية كبيرة من الأدينين. والأدينين ليس فقط واحدا من أعمدة البناء DNA الأربعة، بل هو كذلك مكون رئيسي لثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP (adenosine triphosphate)، وهو المادة الكيمائية التي تعطي الطاقة للبيولوجيا لتعمل. فلن تستطيع الجري أو النمو أو حتى التنفس دون استخدام ATP.

وفي يوم ما قال كريستيان دي دوف البيولوجي البلجيكي الحائز على جائزة نوبل "الحياة إما قابلة للتكاثر، إظهار عادي للمادة على الأغلب تحت الظروف المناسبة، أو هي معجزة. هناك كثير جدا من الخطوات تتم وتسمح بحدوث شيء ما أثناء ذلك. وإذا كانت الأمور بهذه السهوله لإنتاج الأحماض الأمينية والأدينين، فربما من السهل جعل الحياة تبدأ. هناك أسباب معقولة أن تأخذ وجهة النظر هذه بجدية: السرعة المذهلة التي تطورت بها الحياة على الأرض.

في وسط منطقة بيلبارا بالشمال الغربي لأستراليا تسطيع الشمس بقوة على الصخور الحمراء التي شكلتها المخلوقات الأولى على الكوكب، وهي تشكيلات غير عادية تشبه علب البيض الكرتونية وأقماع الآيس كريم المقلوبة، ويدلنا ترتيبها وشكلها أنها قد تم وضعها كمخرجات ترسبت بواسطة ميكروبات منذ 3,5 بليون سنة. ذلك يعني أن شكلها ليس هو الشيء غير العادي الوحيد.

تشكلت مجموعتنا الشمسية منذ 4,55 بليون سنة فقط. وبعد آلاف السنين من ذلك، كانت هناك عاصفة جهنمية من الكويكبات والمذنبات، اندفعت بعنف وبسرعة صخور ضخمة خلال الفضاء وسحقت الكواكب والأقمار. ووفقًا لأفضل أفكارنا عن كيفية تكون الأشياء كما تبدو على كوكبنا، ضربت صخرة بحجم المريخ بعنف الأرض البدائية. وحولت الصدمة سطح الكوكب إلى سائل، وأرسلت نفخات من الصخر المنصهر إلى مدار، فأصبحت في النهاية قمرنا الفضي.

ربما استغرق الأمر عشرات الملايين من السنوات حتى انخفضت درجة حرارة سطح الأرض من أثر الصدمة العنيفة، وقد تكون الصدمات التي حدثت بعد ذلك قد أبطأت من عملية التبريد. وبدراسة الفوهات المخروطية على القمر، والتي تشكلت فقط بمجرد

أن تصلب السطح، تدلنا على أن عاصفة الكويكبات والمذنبات بدأت تخفت فقط منذ نحو 3,8 بليون سنة. وعندئذ فقط تبدأ الحياة، ويبدو أن الأمر استغرق نحو 300 مليون سنة لتظهر ميكروبات البيلبارا إلى الوجود.

أخذ الكوسمولوجي والفلكي كارل ساجان سرعة انبثاق الحياة كدليل على أنه ليس من الصعب تكوينها. وكتب مقالا في سنة 1995 في مجلة الجمعية الكواكبية أخبار البيولوجيا الفلكية (Planetary Society's Bioastronomy News). "بمجرد أن أصبحت الظروف مواتية، بدأت الحياة بصورة مذهلة على كوكبنا. أصل الحياة لابد وأنه ظروف محتملة للغاية، بمجرد أن تسمح الظروف، فإنها تهب في الظهور. وساجان الذي توفي بعد سنة من قول ذلك بحرص ميلوديسبلاسيا، مرض نخاع العظام له علاقة باللوكيميا، انتهى بالتوصل إلى أن الحياة من الممكن جدًا أن تكون موجودة في أماكن أخرى من الكون.

رسم كثير من بيولوجيي اليوم نتيجة قد تكون محورية ذاتية بصورة أكبر: إذا كانت الحياة يمكن أن تحدث بهذه السهولة، فيجب علينا أن نتمكن من تكوينها. يتفق معظم العلماء الذين يعملون في هذا المجال أن المهمة التي يواجهونها يمكن إنجازها، وهي مسألة متى، وليس إذا، سيتوصلون هم إلى خلق الحياة. في نهاية المطاف، إذا كانت قد حدثت مرة عندما حدث واصطدمت حفنة من البرق بالوعاء المناسب المملوء بالحساء البدائي - فمن المؤكد أن الإرادة الجماعية لتكنولوجيي البيولوجيا المعاصرين يمكنها إحداث ذلك مرة ثانية. وإطلاق الحياة 2,0 من المؤكد ليس أمرًا صعبًا.

ومع ذلك، فإن مثل هذا الهراء لا يأخذ في حساباته جهلنا. فمنذ أكثر من عقد، والعلماء يؤكدون أنهم على وشك التوصل بالضبط لكيفية ظهور الحياة من مكوناتها الكيمائية. لكنه ليس واضحًا أننا أقرب من ذلك الإنجاز اليوم مسألة وضع الكيماويات الصحيحة معًا تحت الظروف الصحيحة، لكنه ما زال ليس هناك إجماع حول ما هو فعليا "الصحيح" بالنسبة للكيماويات أو بالنسبة للظروف.

بعد أن اختُبرت القنبلة الذرية الأولى في الصحراء بالقرب من لوس ألاموس بنيو مكسيكو، أدلى جي روبرت أوبينهايمر، الباحث الرئيسي للمشروع، بتعليق واحد سمع بوضوح: "لقد نجحت التجربة". ولكن وفي مقطع من جريدة سينمائية سجلت بعد

ذلك بسنوات، اعترف بأن ذهنه في ذلك الوقت كان مليئا بأشياء أعمق كثيرا. وبالكاد كأنما عواطفه وهو ينظر إلى أسفل يكاد ينظر إلى الأرض، ويمسح دمعة من عينيه، متذكرا اللحظة.

> إننا كنا نعلم أن العالم لن يكون هو نفسه بعد اليوم. ضحك قليل من الناس، وبكى قليل من الناس والغالبية كانت صامتة. وإني أتذكر عبارة من كتاب الهندوسية المقدس الباهاجافاد جيدا. حيث يحاول فيشنو إقناع الأمير لكي يقوم بواجبه وليؤثر عليه يتقمص أشكاله الحربية المتعددة ويقول "أصبحت أنا الآن الموت، المخرب لكل العوالم". أعتقد أننا كلنا قد ظننا أننا كذلك بطريقة أو بأخرى.

إذا كانت هناك لحظة لتغير العالم بنفس العمق الذي حدث عند اختبار القنبلة، فمن المؤكد أنها ستكون اللحظة الأولى التي عندها يجلب البشر مادة هامدة لا حياة فيها إلى الحياة. ويحاول ستين راسموسين ذلك بالضبط في وسط صحراء نيومكسيكو في معمله بالمعمل القومي بلوس ألاموس. فإذا نجح مشروع راسموسين، وإذا جاءت "حشرة لوس ألاموس" إلى الحياة فإن ذلك سيعيد تعريفنا لموقعنا في الكون. فالشيء الذي نطلق عليه حياة سيتوقف عن أن يكون شاذا.

ربما ليس من المستغرب، أن يتهم راسموسين بأنه يريد أن يلعب دور الرب؛ وهناك بعض الاقتراحات بأن مشروعه يجب أن يتوقف. وإذا أراد أن يبذر مثل هذا القلق، فكل ما عليه القيام به هو عمل قائمة ببعض المواصفات لحشرة لوس ألاموس. وعندئذ ستأخذ وصفته للحياة مسارا مختلفا عن مسار ميكروبات بيلبارا، وكل شيء آخر على الأرض. وفي الواقع، قد يقول البعض إن حشرة لوس ألاموس ليست حياة لكنها كرة صغيرة من الصابون. هي في الأساس قليل من مسحوق الغسيل: صابون بالإضافة إلى مركب حساس للضوء، بالأحرى مثل المادة التي تجعل القميص الأبيض أكثر بياضًا. وكما يشير راسموسين بظرف، يمكنك شراء المكونات من محل بقال الحيّ. بالكاد شيء مثل كابوس الخيال العلمي.

جزيئات الصابون مبنية على سلاسل الهيدروكربونات (جزيئات ثلاثي الجلسرايد) – دهون في الأساس – لكن لها خواص مميزة عند كل نهاية في الجزيء. إحدى النهايتين محبة

للماء والأخرى كارهة للماء. ضع الجزيئات في الماء، وسترتب نفسها مثل بتلات الزهور، حيث ستتوجه النهاية المحبة للماء في الماء والكارهة للماء ستتجه نحو المنتصف وتنحصر جزيئات الزيت والشحم على منتصف "الزهرة" وتبتعد بعيدا مما كانت عالقة به.

والسبب في اختبار ما هو أكثر قليلا من كرة من الدهن (لأن الصابون حمضي بعض الشيء، وهي تعرف بالأحماض الدهنية) كأساس للجيل التالي للحياة هو سبب بسيط: إنها تقدم وعاء مفيدًا. فهي تكون في الماء بنية أنيقة ذاتية التكوين تقبع سعيدة في أنبوبة الإختبار. وكل ما تحتاجه الآن بعضا من علم الوراثة.

لا تتضمن الدراسة لحشرة لوس ألاموس الدنا DNA. وبدلا من ذلك تتضمن البنا PNA، حيث P تمثل البيتيد peptide: سلسلة قصيرة من الأحماض الأمينية، القوالب البنائية للبروتينات. والبنا مثل الدنا يتكون من ضفائر مجدولة من الأحماض الأمينية لكنها أبسط كثيرًا في تكوينها، وهي لا تحمل كذلك أي شحنة كهربية، وذلك يعني أنها ستذوب في الدهون. تغرس جزيئات البنا نفسها في النقطة الزيتة التي تميز الحشرة وتنتظر الفرصة لكي تكرر نفسها.

تأتي هذه الفرصة عندما تصبح الأشياء ساخنة. حيث تنفصل ضفائر PNA المزدوجة فوق درجة حرارة معينة. يعرّض ذلك شحنات كهربية صغيرة على بعض أجزاء السلسلة نفسها، وهي العمود الفقري لحبيبات الحشرة، في النقطة الزيتية، لكن الشحنات الكهربية تنجذب إلى الأطراف. وهنا ستقابل سلسلة حمضية قصيرة، أقصر حتى من PNA، والتي يخطط راسموسين ورفاقه لتركها تعوم في الماء، نوعًا من نظام داعم للحياة. سيرتبط بعض منهم مع "أساس" ضفائر PNA المكشوفة، وإذا كان قليل منها من النوع المطلوب، ستجد ضفيرة PNA نفسها تزدوج في ضفيرة مزدوجة جديدة. ستعادل شحناتها وتذوب ثانية في النقطة الزيتية. وعندما تتغير درجة الحرارة، سيحدث نفس الشيء مرات ومرات، ستتكرر العملة الجينية باستمرار، مع فرصة للتطفر المثير كل مرة.

ليس معنى ذلك أن العملية تمت بنجاح. فما توصل إليه فريق راسموسين هو فقط النمو والانقسام حتى الآن، ليس هناك تكرار جيني حتى اللحظة. ومع ذلك فإن راسموسين مقتنع أنه عندما يتم كل ذلك، وهو عندما، وليس إذا، كما يقول ستصبح الحشرة حية.

حسنا، شكل من أشكال الحياة. وهو يسلّم بأنك لو عرّفت الحياة على أنها "حياة مثلنا" كما نعرفها، إذن فهي ليست حياة. ويقول: قد يستغرق ذلك سنوات وسنوات كثيرة، فالخلية هي نظام معقد بشكل هائل، ونحن لا نعرف الآن حتى نصفه. ومع ذلك فإن راسموسين مقتنع بأنه وفقًا لكل التعريفات الصالحة فإن حشرة لوس الاموس ستكون حية.

فمثلا، سيكون بها أيضٌ بدائي يجعلها تتكاثر. وبعض من المخزون الغذائي سلسلة ببتيد قصيرة تطفو على سطح الماء ستملك جزيئات حساسة للضوء مرتبطة بإحدى النهايتين. ستكون بها جزيئات السلسلة متعادلة الشحنة، وهكذا تصبح قابلة للذوبان في الدهن، وسينتهي الأمر بأن الحشرة "ستبتلع" تلك السلاسل الببتيدية: ومع ذلك، عندما يبزغ النهار، سيكسر الضوء الجزيئات الحساسة للضوء ويأخذها بعيدا، ويترك السلسلة وبها فائض من الشحنة الكهربية مما يجعلها تبحث عن الشحنة في الماء المحيط، ستهاجر إلى غشاء سطح الحشرة. وكلما ازداد مستوى الضوء، كلما حاول عدد أكثر من السلاسل الوصول إلى السطح، وببساطة لن يكون هناك سطح كاف. ويقول راسموسين، ستنشطر النقطة إلى اثنتين. ستتكاثر. وتعني الطريقة المصمم بها الأمر كله أن الخواص الكهربية لجزيئات PNA البنا توقف مخزون الجزيئات هذه من أن تصبح متضمنة في العملية البينية، محافظة على النمو والتطفر الجيني منفصلين بطريقة لطيفة.

ومع ذلك، فمن الصعب أن تتصور كرة من الدهن على أنها حية. وبالفعل فمقال ناتشر الافتتاحي الذي يتساءل عن قيمة تعريف "الحياة" يتساءل أيضًا عما إذا كانت أي محاولة لبناء الكائنات من نقطة الانطلاق يمكن في الحقيقة اعتبارها "خلقًا للحياة" أم لا. وبالنظر إلى بعض المشاريع المتنافسة مع راسموسين، فإننا نحيل إلى الإجابة بلا، ولنأخذ مشروع كريج فينتر كمثال.

على الرغم من أنها حكمة مقبوله أن لا شيء طيب يمكن أن يأتي من تلوث مجرى البول فإن فينتر، الرجل وراء العمل الخاص بفك شفرة الجينوم البشري، قد لا يوافق على ذلك. فينتر كذلك يتبع موضوع الحياة ويحاول مشروعه أن يشرح أسرار الحياة بالبحث عن البكتيريا التي تسبب الالتهابات عندما تتبول.

اكتشفت بكتيريا مايكوبلازما جينيتاليوم أول مرة في بول شخص ما في ثمانينيات القرن العشرين، حيث كان المريض يشكو من الإصابة بمرض يدعَى اللا سيلانية الإحليلية (nongonococal urethritis). واتضح أن الكائن المسئول، الذي يعيش في الجهاز التناسلي البشري، له أقل جينوم على الكوكب. ففي الوقت الذي للبشر نحو 30000 جين، فإن م. جينتاليوم له 517 فقط. وحتى مع هذا العدد يبدو أن 300 منها لا تفعل أي شيء مفيد.

في سنة 1995 رأس فينتر الفريق الذي رتب جينوم البكتيريا وتعاقبه. وشجعته بساطة الكائن بأن يجرد جيناته حتى يصل إلى الأساس ويرى ما يحتاجه فعلا ليحافظ على بقائه. وبمجرد أن يختزل الجينوم إلى أدنى ما يستطيع الحصول عليه، ويقول فينتر إنه ستصبح لديه فكرة عما يحتاجه من أجل الحياة. وسيقوم ذلك أيضًا مصنعًا حيويًا مفيدًا، حيث إنه ينوي إدخال جينات أخرى إلى البكتيريا التي قد تساعد الكائن للقيام بمهام مثل تخليق الأنسولين. وذلك بلاشك لماذا يحاول فينتر أن يقوم بالخطوة المثيرة للجدل بتسجيل الجينوم الأدنى.

توصل فينتر إلى الجينات المطلوبة لهذا الكائن الأولي، وخلقها. والخطة، عند كتابة هذا الكتاب، هي غرسها في خلية بكتيرية تم نزع الجينوم الخاص بها منها. ولقد برهن بالفعل أن فريقه يمكن أن يقوم بمثل هذا النقل للجينوم من حيث المبدأ، وعليه فليست هناك أي عقبات تكنولوجية باقية تفترض ذلك. ومع ذلك، وعلى الرغم من أن ذلك يبدو خطوة على الطريق لخلق حياة، فإن ما يقوم فينتر في الأساس بتخليقه هو نوع جديد من البكتيريا بدلا من حياة جديدة. ويذهب دافيد ديمر البيوفيزيائي بجامعة كاليفورنيا، سانتا كروز، حتى أبعد من ذلك: حيث يقول إن المخلوق الذي يحاول فريق فينتر إنتاجه هو في الحقيقة مجرد "كائن معدل هندسيًا بشكل راديكالي".

ونفس الشيء يمكن أن يقال بالنسبة لجهد يجري الآن في روما تحت قيادة بيير لويجي لويزي. يبدأ مشروع لويزي "المشروع الأدنى للخلية" بحوصلة من نوع وعاء يستخدم في نقل الأشياء داخل الخلايا، ويضيف الكيماويات والمكونات المتنوعة حتى يظهر شيء ما مثل خلية عاملة بشكل تام. كما يخطط كذلك جاك زوستاك بجامعة هارفارد لملء

حويصلة بمادة بيولوجية، هذه المرة ليرى متى تبدأ في التكاثر. وزوستاك سعيد بأن يصرح بأنه مشروع المدى الطويل ولن تكون له نتائج في المدى القريب، ويقول إن النتائج بعيدة عن التكاثر الاصطناعي المناسب لمدى عشر إلى عشرين سنة، ومن المتوقع أن يكون كذلك بعد عشر أو عشرين سنة حتى الآن.

حتى إذا انتهى الأمر بخلايا فينتر التي جردت مما فيها أو كرات راسموسين من الأحماض الدهنية في أنبوبة الاختبار أن تصبح "حية" فلا يخبرنا هذا بالضرورة أي شيء حول الشيء الذي نقول عنه إنه الحياة. وعليه أين نقف الآن؟ ويتحدث كريستيان دي دوف الذي تعلم بالمدارس اليسوعية عن الحتمية الكونية، حيث تظهر الحياة (عندما تكون الظروف طيبة) كنتيجة حتمية لقوانين الفيزياء. هذا في الأساس ما يقوله راسموسين كذلك: إن الحياة هي وسيلة فاعلة فقط للتعامل مع الطاقة. والمشكلة مع وجهة النظر هذه أنها ما زالت تتركنا دون فكرة واضحة عن ما هي الحياة وما الذي جعلها تظهر على الأرض. قام راسموسين بمواجهة ذلك بأن أكد أن العناصر المنفردة والظاهرة المخيمة هما شيئان مختلفان؛ فهو يشير أن النظر إلى سيارة لا يعطينا أي فكرة عن زحمة المرور.

وهنا ربما يؤدي بنا شذوذ الحياة إلى ثورة علمية. فإذا كانت الاختزالية تؤدي إلى طريق مسدود، فربما يجب علينا أن نتحول ونتجه في الاتجاه المعاكس.

في أغسطس 1972، نشر فيليب أندرسون الحاصل على جائزة نوبل والفيزيائي بمعامل شركة بيل مقالا في مجلة ساينس. كان أندرسون دائما صوتا مستفزا، ولم يكن أبدا أكثر استفزاز مما هو في ذلك المقال. وكان عنوان المقال "الأكثر يكون مختلفا". وذلك يعطي حافزا للقراءة.

بناء على خبرته في العلم كمنهج، يشير أندرسون بقوة أن سلوك مجموعة كبيرة ومركبة من الجزيئات لا يمكن أن تفهم باستخدام معرفتنا لخواص قليل من الجسيمات. وبعبارة أخرى، مثل الفرق بين السيارات وازدحام حركة المرور، فالأكثر مختلف. ويجزم أن هذا، مبدأ حقيقي، وليس مجرد ملاحظة. فعند كل مستوى جديد من التعقيد "تظهر خواص جديدة كلية، ويتطلب فهم السلوكيات الجديدة بحثا، والذي أعتقد أنه أساسي في طبيعته كأي شيء آخر".

ويقول أندرسون: إذا كان علينا أن نفهم الكون الذي نعيش فيه، فعلينا أن نتخلى عن الاختزالية، المقدرة على اختزال كل شيء إلى قوانين أساسية بسيطة لا تعطينا بالضرورة المقدرة لنبدأ من تلك القوانين لإعادة بناء الكون. "ففي الواقع كلما كثر ما تدلنا عليه فيزياء الجسيمات الأولية عن طبيعة القوانين الأساسية، كلما بدت فاعليتها تقبل على المشاكل الشديدة الواقعية في باقي العلوم".

والأمر هو، أننا اعتدنا أن نجزئ الأشياء إلى الأصغر كي نفهمها: نكسر قطعة الفلز إلى ذرات ونكسر الذرات إلى أنوية وإلكترونات ثم نكسر الأنوية إلى بروتونات ونيترونات، والتي بدورها نكسرها إلى كواركات وهلم جرا. وهكذا تقدم العلم على مدار القرن الماضي، وأي قصة نجاح كانت تلك. فلماذا نغير المنهجية الآن؟

وكان رد أندرسون حاسما، لأنه خلاف ذلك فلن يحدث تقدم. لقد ابتلينا بعلماء البيولوجيا الجزيئية المتغطرسين الذين "يبدو أنهم مصرون على اختزال كل شيء عن الكائن البشري إلى الكيمياء فقط" ويضيف: "وبكل تأكيد هناك مستويات أكثر من الترتيب بين علم السلوك الإنساني والدنا مما هو موجود بين الدنا والديناميكا الكهربية الكمية". ويقترح أن كل مستوى، قد يتطلب بنية مفاهيمية جديدة كلية.

ويختم أندرسون حجته باستعادة ديالوج تاريخي:

إف. سكوت فيتزجرالد: "الثري يختلف عنا".

إرنست همنجواي: "نعم لديهم المزيد من المال".

كلنا نعلم أن الثراء الفاحش لا يأتي إلينا بكتاب به قواعد تملي علينا بمجموعة مختلفة مذهلة من المعايير السلوكية. ومع ذلك رأينا كلنا الدليل على أن مثل هذه الاختلافات السلوكية، موجودة بالفعل. ويقول أندرسون، بالمثل، لا يمكن استخدام طريقة الاختزاليين للتوصل إلى الوجود، ويجب بدلا من ذلك أن نلاحظ أين ظهرت تلك السلوكيات "الطارئة" ونحاول أن نصل إلى المبادئ التي سببت مثل ذلك الظهور.

ومر أكثر من ثلاثين عاما، وما زال على الأغلب لا يصغي أحد. ومع ذلك عند مفترق الألفية، أخذ فيزيائيان آخران موقف أندرسون. فلقد نشر روبرت لافلين الحائز على جائزة نوبل والفيزيائي المرموق دافيد باينز بحثًا في مجلد أعمال مؤتمر أكاديمية العلوم

القومية. منوهين بصيحة أندرسون بأن الأكثر يكون مختلفًا، أعلنوا أن المهمة المحورية لفيزياء وقتنا الحالي "ليست الآن كتابة المعادلات النهائية بل بدلا من ذلك تصنيف وفهم السلوك الطارئ بأشكاله العديدة، بما في ذلك وبشكل أساسي الحياة نفسها".

الفكرة الأساسية في البزوغ هي أنه عندما يتكون نظام من أجزاء كثيرة متداخلة، فإن النظام سينظم من نفسه بطرق تبدو غريبة ستؤدي كل التداخلات المتنوعه بين الأجزاء إلى السلوكيات التي ستبدو معقدة بشكل مذهل. وبيّن ذلك الكيميائي جورج وايتسايدز بوضع كرات صغيرة من الحديد في طبق زجاجي صغير ثم وضع قضيبًا ممغنطا دوارًا أسفل الطبق. تنظم الكرات نفسها في دوائر متحدة المركز، تدور كل منها. هناك قواعد فيزيائية وراء هذا السلوك – له علاقة بالتداخلات المغناطيسية والطريقة التي تتأثر بها كل كرة بواسطة الاحتكاك – لكننا لم نستطع أبدا أن نأمل في تفسيرها. ومع ذلك ربما نستطيع أن نجد "المبادئ المنظمة" الأكثر عمومية وراء السلوك الطارئ، ونأخذ ذلك كمجموعة من القواعد يمكن الرجوع إليها عند تحليل نظم معقدة مماثلة. وربما مع ذلك، أننا قد نجد "المبادئ المنظمة" الأكثر عمومية التي تقف وراء السلوك البازغ، ونأخذها كمجموعة من القواعد التي نرجع إليها عند تحليل أنظمة مماثلة في تعقيدها. والفكرة أن الظواهر الأخرى المعقدة والتي تبدو غير قابلة للشرح، مثل طي البروتين والتوصيل الفائق عند درجات الحرارة العالية، ربما يمكن تفسيرها كذلك بواسطة تلك القواعد: توصل لواحدة وبعدها قد يكون في استطاعتك حل مجموعة ثرية من الظواهر، بما في ذلك لغز الحياة.

من المؤكد أن الناس المنشغلين في هذا المجهود يتكلمون عن لعبة جيدة، ووفقًا لمنظر التعقيد بسانتا Fe، ستيوارت كوفمان "الكائنات ليست مجرد أشياء غريبة متصلة ببعضها، لكنها تعبيرات لقوانين طبيعية أعمق". وبالنسبة للافلين، تلك القوانين الأعمق، مبادئ التنظيم، هي "المصدر الحقيقى للقانون الفيزيائي، ربما متضمنا القوانين الأساسية التي نعرفها".

في سنة 1999 أسس لافلين وباينز معهد المادة المتكيفة المعقدة بجامعة كاليفورنيا. كانت فكرة إنشاء المعهد لتجميع العلماء معًا للبحث في "الظواهر الطارئة" المتنوعة غير القابلة للتفسير، التي حدودها لكي يحاولوا التوصل إلى المبادئ التي تقف وراءها. لابد

وأنهم يقومون بأعمال جيدة، لأنه في سنة 2004 بدأت المؤسسة القومية للعلوم تدعم العمل ماليا.

ينفتح بالتأكيد فرع جديد كلية من العلوم، وهو أمر مشجع ومثير، التوصل إلى الشيء الذي يجعل تلك الكرات الصغيرة تكوّن حلقاتها الدوارة، وربما لا نصل فقط إلى حل لغز الحياة بل نكتشف كذلك حقيقة طبيعة الطاقة الداكنة، ومن ذلك نتوصل إلى التنوعات في ألفا. ومع ذلك، فالواقع ما زال مخيبا للآمال بعض الشيء. حيث إنه حتى الآن ليس هناك الفتح العلمي أو النظرة الثاقبة التي تغير رؤيتنا للكون. ولا أي دليل على أن كثيرًا من العلماء يهجرون المسلك الاختزالي. وليست هناك أدنى فكرة عما يجب أن تكون عليه القوانين الطارئة. وهذا ليس معناه أن أندرسون وباينز ولافلين وكوفمان على خطأ، ولكن ما تعنيه أن الألغاز التي يبغون حلها تبدو وستظل دون حل لفترة.

الحياة، حتى الآن، ما زالت وبإصرار أمرا شاذا: شيء منفرد بشكل ما وغامض – وببساطة – "شيء خاص". حالة لا تستقيم جيدا مع العلم. ولا يرغب معظم العلماء، ولأسباب جيدة، أن تعرف الحياة على أنها شيء ما خاص، نتيجة "شرارة حيوية" أو كما هو موجود في سفر التكوين، شهقة سريعة صوفية نتيجة نفحة من الرب. وكون الحياة شيء ما خاص لا يتلاءم مع الفكرة الرئيسية العامة للعلم للقرن الواحد والعشرين، الفكرة التي تشير بوضوح إلى مدى تفاهتنا. وربما قال كارل ساجان ذلك بأفضل شكل.

> إننا نعيش على قطعة كبيرة صخرية ومعدنية والتي تدور حول نجم رتيب والذي هو واحد من 400 مليون نجم آخر تُكوّن مجرتنا درب اللبانة التي هي واحدة من بلايين المجرات الأخرى التي تكوّن الكون الذي ربما يكون واحدا من عدة، ربما عدد لا نهائي، من عوالم أخرى. هذا تطور للحياة البشرية ولثقافتنا التي تستحق تماما التفكير.

وكما يصيغ المؤلف جورج جونسون الأمر، لقد تعلمنا أن "نحتفل خلال تفاهتنا" ومع ذلك، في الوقت الحاضر، فإن شذوذ الحياة يفسد عربتنا قليلا. وهكذا فبينما ننتظر لنرى إذا كان في مقدرتنا تفسير الحياة، أو على الأقل، إعادة تكوينها من نقطة الانطلاق لنسحب منها كل الغموض، فماذا سنفعل حيالها؟

إحدى الإجابات الواضحة هي أن نجدها في مكان آخر في المجموعة الشمسية. وربما نجد نحن أن الحياة من الصعب تكوينها لأنها ليست عملية واضحة كما يحلو لراسموسين وفينتر ورفاقهم تصورها، ربما أن الحياة قد ترسخت على الأرض بسرعة ليس لأنها سهلة مباشرة لكن لأنها وصلت جاهزة التكوين، من مصدر في الفضاء الخارجي. وعلى ذلك فهذا قد يجعلنا سليل جنس دخيل، وهذه فكرة ليست مثيرة للنزاع بصفة خاص من الناحية العلمية. في بداية التسعينيات من القرن العشرين دعمت وكالة ناسا ماليا دراسة لما يمكن أن يحدث إذا اصطدمت صخرة بكوكب المريخ أو الزهرة أو عطارد. استغرقت الدراسة عدة سنوات واستخدم فيها عددا قليلا من أجهزة الكمبيوتر لمحاكاة قذف الصخور كما لو أنها تقذف في الفضاء الخارجي، وتم في النهاية نشر النتائج في مجلة ساينس سنمة 1996. كانت النتيجة واضحة: الكواكب والأقمار في المجموعة الشمسية الداخلية لابد وأنها تتبادل الصخور منذ ملايين السنين. وأظهر الباحثون أن ذلك حدث، بسبب الطريقة التي يجذب بها مجال الجاذبية الأرضية الحطام، نحو 4 % من الأشياء التي تغادر سطح المريخ تستقر على كوكبنا.

يتلاءم ذلك بالتأكيد مع الحقائق. وعشرات النيازك التي وجدت في المناطق البكر المحفوظة بالحقول الثلجية فى القارة القطبية الجنوبية لها جيولوجيا تقول إنها أتت من كوكب المريخ. وإذا كانت الصخور تأتي من المريخ منذ العصر الذي كان فيه المريخ رطبًا ومناسبًا تماما لنمو الحياة، العصر الذي جاء قبل أن تكون الأرض قابلة للمعيشة، فلماذا نشك أن الحياة على المريخ حلت فجأة (دون دعوة) على كوكبنا وبدأت فرعا لها هنا بالضبط؟

يمكن للرحلة من المريخ إلى الأرض أن تستغرق 15 مليون سنة، وليس هناك ما يضمن مسارا مباشر لهذه الرحلة، وقد تتعرض أي ميكروبات مسافرة لجرعات هائلة من الإشعاع. ولكننا نعرف أن الميكروبات الأرضية يمكن أن تنغلق على نفسها على الأرض وتصمد لآلاف السنين دون أن تتنفس أو تمارس الأيض. والأكثر من ذلك، لقد وجدنا البكتيريا "شديدة التحمل" (extremophile) في العيون الكبريتية وفي أخاديد المحيطات العميقة وبقايا الإشعاع، مما يبين أننا لا يجب أن نستهين بالظروف التي يمكن أن يعيش فيها الميكروب. يفيض كوكب الأرض بالبكتيريا التي تستطيع الصمود ضد الإشعاع القاسي مما يمكنها من القيام برحلة إلى الأرض.

وبحصولنا على هذه المعلومات، من الصعب أن نجادل بأن الحياة يمكن ألا تأتي من مكان آخر في المجموعة الشمسية. وعليه فالحياة تبدو صعبة بشكل غريب على تكوينها لأنه ليست لدينا أي فكرة عن كيف بدأت، ربما لم تبعث ظروف الأرض الحياة لكنها فقط أوجدت المكان المناسب. وهذه فرضية جذابة بشكل خاص عندما يكون لدينا شاذان آخران متعلقان بالحياة لنأخذهما في الاعتبار: اتصال محتمل بسكان خارجيين أذكياء والتجربة التي يبدو أنها اكتشفت الحياة على المريخ.

6

فايكنج

وجد علماء ناسا أدلة على الحياة على المريخ. ثم غيروا رأيهم

أي نقاش حول أصل الحياة وطبيعة الحياة وحتمية الحياة، لا بد أن يواجه بمجموعة من نتائج تجريبية جمعها جيلبرت ليفين سنة 1976. وبعد ثلاثين عاما، ما زالت هذه المعلومات موضع الجدال في الأدبيات العلمية.

ويوجد اليوم المقر الرئيسي لشركة ليفين، سفيركس، في مركز أعمال في إحدى الضواحي غير المعروفة، ويبعد عن مدينة واشنطن دي. سي بمسافة تستغرقها سيارة أجرة في أربعين دقيقة. ووفقًا لموقعها الإلكتروني فإن شركة سفيركس "استطاعت الدفع بأكبر عدد من المنتجات الدوائية، وكما سحبت أيضًا أكبر عدد منها" ومعروفة أيضًا عبر البحار "كواحدة من أكبر الشركات في أمريكا تقدمًا وقادرة على تقديم المشورة لحل مشاكل الحدائق العامة إلكترونيا نظير أجور معقولة". ويبدو أن شركة سفيركس قامت بالحجز لنحو سبعمائة ألف للإقامة في الخيام في الحدائق العامة بولاية إنديانا، وتم معظم ذلك عن طريق مركز اتصال تليفوني. وبشكل ما، فهذه المنجزات تبدو أقل إبهارا عندما تعرف أن الرجل المسئول عن هذه الشركة استغل خبرته يوما في البحث عن العوالم الأخرى.

ولم يكن ذلك، لأن نشأة ليفين كانت ساحرة بصفة خاصة. بدأ ليفين تاريخه المهني

كمهندس صحة، وكتب رسالة الدكتوراه الخاصة به، والتي حصل عليها من جامعة جونز هوبكنز وعنوانها "أيض الفوسفور الذي تحصل عليه كائنات مياه المجاري" ومع أن العنوان لا يبدو مشجعًا للقراءة إلا أنه وضعه على طريق مسار الكوكب الأحمر. بينما كان ليفين يعمل في قسم الصحة العامة بواشطن دي. سي، ابتكر طريقة جديدة للتعرف على وجود الكائنات الدقيقة. فلقد سرّعت تقنيته من عملية اختبار العينات بجعل الكائنات تتنفس الكربون المشع الذي يمكن تحديده عن طريق عداد جايجر. وكانت تلك نفس التقنية المستخدمة، عندما عمل بناسا فيما بعد وسمحت لليفين بمحاولة التعرف على الحياة في الفضاء الخارجي.

وعندما جاءت النتائج أول مرة من بعثة الفايكنج التي أجرت تجربته قام كارل ساجان، الوجه المعروف في الاستكشافات الكونية والبطل بالنسبة لكل طفل في أمريكا عاشق للفضاء. قام بالاتصال تليفونيا بليفين مهنئا. حيث قال إن ليفين قد قام بأول اكتشاف للحياة خارج الأرض. ولكن وبعد أيام قليلة، ومما سبب إحباطا هائلا لليفين، سحب ساجان التهنئة، لأن كل ما ظهر كان خطأ. ومرت عشر سنوات قبل أن يجد ليفين الشجاعة ويؤكد على صحة نتائجه. وعلى الرغم مما ألم به بالسنوات الماضية وهو الآن في الحادية والثمانين من العمر، ما زال ليفين يصر على أنه وجد حياة على المريخ.

وكوكب المريخ هو الأخت بالنسبة للأرض. ربما يكون عبارة عن خلاء متجمد له غلاف جوي رقيق واهن، ولكن على الأقل به شيء ما نستطيع التعامل معه عندما نفترض وجود حياة على سطحه. فالغلاف الجوي لكوكب الزهرة ضغطه محطم مثل ضغط قاع البحر، وعطارد وبلوتو ليس لهما سطح يمكن أن نقف عليه. فبالمقارنة يبدو المريخ مرحبا بشكل إيجابي. ولقد أتى الناس بفكرة تأهيل المريخ ليشبه كوكب الأرض، أي أن هناك طرقا تمكننا من تحويله إلى كوكب صالح لسكنى البشر. وبينما كانت هذه الفكرة يوما ما خيالا علميا، أصبح الآن باحثو ناسا يضعون برامج العمل الخاصة بذلك.

يُعد تأهيل المريخ ككوكب الأرض ذروة افتتان البشر لقرون بالكوكب الأحمر. عرفه البابليون على أنه "النجم – النار" إله السماء الغاضب والمتعطش للدماء، وشعر الصينيون القدماء، والأزتيك والإغريق والرومان كلهم بنفس الشعور. لكننا أصبحنا كلنا أقل حماسا حول الكوكب لفترة عندما اخترعنا التليسكوب، ففي القرن السابع عشر أنزله

جاليليو جاليلي وكريستوفز هيوجنز عن عرشه وسجلا خواصه الفلكية. ثم بالقرب من نهاية القرن التاسع عشر، ظهر الغموض حوله مرة ثانية عندما حاول بيرسيفال لويل أن يقنع العالم بأن الكون يؤوي حضارة ذكية.

وعندما أصبحت مسيرة التكنولوجيا تجعل الأمر ممكنا، تم إرسال مسبار تلو مسبار لفحص المريخ على مسافات قريبة. وبنهاية سنة 1964 أرسل الاتحاد السوفيتي مراكب فضائية إلى الكوكب الأحمر. و لم يصل أي منها إلى الكوكب مع ذلك، ويتندر بعض علماء الصواريخ حول "لعنة المريخ" لأن أقل من نصف المراكب السبعة والثلاثين التي أرسلت في النصف الأخير من القرن فقط حققت رسالتها. وفي الوقت الذي أرسلت فيه فايكنج الأولى، كانت ست رحلات فقط قد تمت بنجاح كامل من بين إحدى وعشرين محاولة. ووصلت فايكنج إلى مدار المريخ في 19 يونيه 1976. والتحدي التالي، كان محاولة التهرب من لعنة المريخ، حيث تم إرسال مسبار ليهبط على السطح.

وكان المقصود أن يتم الرسوّ لأول لفايكنج يوم عيد الاستقلال الأمريكي، لكن لم يكن هناك موقع آمن لحدوث ذلك. وفي بورتريكو حيث يوجد تليسكوب أريسيبو وطبقه الذي قطره ألف قدم، والذي أصبح فيما بعد الخلفيه لفيلم contact (الاتصال) بهوليوود لرواية كارل ساجان من أفضل المبيعات، كان ذلك الطبق يفحص بدقة سطح المريخ وبين أن موقع الرسو المقترح مليء بكمية هائلة من الصخور. لذلك رست الفايكنج أخيرا يوم 20 يوليو في سهول الذهب. وبعد تسع عشرة دقيقة وصلت رسالته إلى الأرض. ثم بدأ كل شيء بعد ذلك.

وإذا كان فريق الملاحة قد أعد الترتيبات على أفضل وجه، فكذلك فعل فريق البحث عن إشارة للحياة. وعندما تم التخطيط للبعثة، كانت تجارب البحث عن الحياة قد اختيرت ونقحت ثم جنبت لاستبعاد كل الاحتمالات التي قد تضلل العلماء. و لم يكن الباحثون تحت أي وهم حول أهمية المهمة، فتلك التجارب تحمل في طياتها الإمكانات التي قد تحدث ثورة في رؤيتنا حول أنفسنا. أوجد حياة على المريخ وسيتغير منظورنا فجأة وإلى الأبد.

اتفق فريق البعثة وأربعة من ناسا معينون كلجنة للمراجعة، اتفقوا جميعا على الأسس التي تجعل النجاح ممكنا. فإذا أعطت أي الاختبارات نتائج موجبة، سيتم تسخين نسخة

مكررة من تربة المريخ حتى درجة 160 سيلزية، وهي الدرجة التي تقتل أي ميكروب، ثم يعاد الاختبار مرة ثانية. فإذا جاء ذلك الاختبار سالبا، يمكن للباحثين افتراض وجود حياة وهم متأكدون وليست كيمياء.

ولكنهم وبعد ذلك فقط – بعد أن حققت تجربة جيل ليفين الشروط المتفق عليها – غيروا رأيهم.

وظاهريا، فإن إنجازات ليفين كانت غير عادية. لكن التعرف على الحياة في مياه مجاري مدينتك شيء، والتعرف على الحياة الميكروبية باستخدام العالم الروبوتي على كوكب يبعد 200 مليون ميل هو شيء آخر. لكن تجربة ليفين الانطلاق الموسوم – Release (Labeled – التي استغرقت ستة عشر عاما أجريت دون أية هفوة تقريبًا.

اكتسبت التجربة اسمها من خلال الكربون المشع المستخدم "لوسم" الغاز المنطلق بواسطة أي شيء يقوم بعملية الأيض. وللحصول على مزرعة للكائنات الدقيقة، في العادة نضع بعضا منها في حساء من المغذيات في طبق زجاجي صغير، تتغذى الكائنات على المغذي وتبدأ في التضاعف. ضغط ليفين على هذه الفكرة بطريقة بسيطة: بإضافة نظير مشع إلى المغذيات. وأيض الكائنات الدقيقة يعنى أنها ستطلق غازا ناتجا مما تتغذى عليه. فإذا كانت تتغذى على الكربون المشع، فعداد جايجر فوق الغاز سيتحرك بصورة جنونة. كانت الخطة بسيطة: أضف مغذيات مشعة لعينة من التربة تحتوي ميكروبات ثم راقب ظهور الرسم البياني من محدد الإشعاع. وعندئذ إذا نجح ذلك، سخن عينة التربة إلى درجة 160 سيلزية، لتقتل الميكروبات وأعد القراءات. يمكنك إضافة كل المغذيات المشعة التي تريد إضافتها، لكنك لن تحصل على غاز مشع. نجحت التجربة في إيجاد الميكروبات في المياه محل الشك، ونجحت عندما اختبرت على الأرض، باستخدام تربة كاليفورينا. ثم نجحت على المريخ.

كان اليوم 30 يوليو عندما رأى ليفين أول رسم بياني يظهر أن تربة المريخ هي بالضبط كتربة كاليفورنيا. في اليوم السابق، جرف ذراع روبوت المركبة فايكنج أتربة المريخ في صندوق وتم توزيع قليل منها على أربع غرف. احتوت كل غرفة على نصف سنتيمتر مكعب من التربة. تم إغلاق الغرف بإحكام، ولمدة الأربع وعشرين ساعة التالية تم رصد الخلفية الإشعاعية في الهواء فوق التربة. ورصدت الأجهزة خطا أفقيا مستقيما.

ثم أضيف بعد ذلك المغذي. وكان ذلك الغذاء المثالي للميكروب – وبمساعدة إضافية من قليل من الكربون – 14 المشع. وبعد خمس عشرة ساعة ارتفع الخط الأفقي فجأة إلى أعلى. كان الغاز المشع يملأ غرفة الميكروبات، وفي البداية صار العلماء المجتمعون في ذهول من التماثل مع النتائج الأرضية التي رأوا بصمتها مئات المرات في اختباراتهم ثم تخلصوا من الدهشة وأقاموا حفلة. وخرج ليفين واشترى زجاجة شمبانيا بل واشترى لنفسه سيجارا وقام العلماء بطبع الرسم البياني ووقع عليه كل فرد في الفريق. وكان العرض المسرحي "قصة الحي الغربي" هو أشهر عرض في تلك الأيام وإحدى أغنياته (Tonight) "هذا المساء" مما جعل ليفين يكتب عنوان تلك الأغنية فوق نسخة الرسم البياني الخاصة به.

كان ليفين أسعد إنسان في المجموعة الشمسية، لكن فرحه لم يكن ليدوم. وكما كان متفقا عليه، قام فريق الانطلاق الموسوم فيما بعد بتجربة حاكمة، بتسخين عينة من التربة إلى درجة 160 قبل إضافة المغذي. ظل الخط أفقيا، مما جعل الإيحاءات الأولية بوجود حياة نتائج علمية قوية. لقد استجاب فريق الانطلاق الموسوم للشروط الأربعة التي وافقت عليها ناسا كإشارة على وجود حياة على الكوكب الأحمر. ومع ذلك، جاءت النتائج في نفس الوقت من تجربة أخرى. وقالت نتائج هذه التجربة إنه لا يمكن ببساطة وجود حياة على المريخ.

كان الجزءان الهابطان من بعثة فايكنج يحمل كل منهما أجهزة لإجراء أربع تجارب وبدا أن التجربة الثانية "الانطلاق الحراري" تعطي نتائج إيجابية. فأثناء اختبار دراسة خمسة أيام، تتخلق جزيئات عضوية، أساس البيولوجيا، بواسطة شيء في التربة المريخية المجمعة. وكان أفضل تخمين للعلماء تفسيرًا لذلك هو أن نوعًا من الطحالب هو المسئول.

أما تجربة "تبادل الغاز" فقد أعطت نتيجة سالبة. في هذه التجربة تم خلط نسخة العلماء من حساء الدجاج – حساء مغذيات – مع تربة المريخ. وبتحليل الغازات الناتجة انتهي الباحثون إلى أن التربة لا تحتوي على أي شيء يزدهر على المغذيات.

على الجانب الآخر، أعطت تجربة جيلبرت ليفين للانطلاق الموسوم إشارات موجبة للنشاط الميكروبي. وبشكل ما، في التجربة الرابعة مطياف الكتلة المقابل بجهاز كروما

توتجراف الغاز. (Gas Chromatograph Mass Spectrometer) (GCMS) الذي يختبر وجود المواد العضوية في التربة – أي المواد التي أساسها الكربون – كان لها القول الفصل إلا أنه كان محزنا، لأنها لم تتم كما يجب.

كان التفكير وراء تجربة GCMS، أنه إذا كانت هناك كائنات على المريخ، فإن التربة تكون مليئة بالأجسام المتحللة، تجمعات لجزيئات كربونية. وفي التجربة تؤخذ عينة من تربة المريخ، ويتم تحميصها، ثم يتم تحليل الغازات الصادرة. فإذا كان هناك أي كربون موجود، ستتعرف التجربة على وجود كيمياويات متطايرة كربونية الأساس.

ولسوء الحظ، كانت بالتجربة مشاكل. يبدو أنه في طريق الرحلة: وبينما تمرق فايكنج (في طريقها إلى المريخ، أظهر أحد الاختبارات أن واحدا من الأفران الثلاثة في جهاز GCMS، المستخدم لتسخين عينة التربة ليعطي الغاز، كان معطلا. ثم، على المريخ، اتضح أن المؤشر الذي يظهر أن عينة التربة قد تم تسلمها بنجاح إلى الفرن الثاني الذي هو الآخر لا يعمل. وهكذا اثنان من الأفران الثلاثة فشلا. وكان ذلك كله قبل حتى أن تجرى تجربة ليفين. وبعد تجربته الناجحة، ومخرجات البعثة متوقفة على نتائج جهاز GCMS، حبس ليفين أنفاسه عندما كان جهاز GCMS، يغذي الفرن الثالث بعينة. وبعد انقضاء ستة أيام مريخية من فشل تسجل العينة في الفرن الثاني، حدث نفس الشيء مرة ثانية. ولتجنب تسخين فرن فارغ، توجهوا إلى روتين التفريغ – لمجرد التأكد – وانتظروا لمجيء عنية التربة التالية. وكانت بعد سبعة عشر يوما مريخيا. وما زال لم تكن هناك أي إشارة عما إذا كانت العينة قد تم تسليمها أم لا، لكن فريق GCMS قام بالقياس على أي حال. والنتائج الوحيدة التي جاءت من الجهاز أظهرت أن الفرن ما زال يحتوي على آثار ميكروسكوبية للمذيب المنظف المستخدم بواسطة مهندس ناسا قبل الإطلاق.

تم إجراء تجربة GCMS أربع مرات ككل. ومحاولة فايكنج 2، الموجودة في جهاز هبوط مطابق لفايكنج 1، قد سجل على الأقل وجود عينات في الأفران. لكن لم يتم التعرف على أي مادة عضوية في أي من التجارب الأربع. وعدم وجود أي مادة عضوية في أي من التجارب الأربع، تعني بالنسبة لتفسيرات قائد الفريق لا حياة. والحديث ببراءة، فإنه من غير المتصور عدم وجود مادة عضوية على المريخ. فرغم كل شيء، حتى قمرنا العاقر مليء بالكربون الذي يصل نتيجة صدمات النيازك. والحل الذي توصل إليه

قادة فريق الفايكنج أن بعض الكيماويات على سطح المريخ لابد وأنها كسرت بعض المركبات العضوية. واقترحوا أنها يمكن أن تقوم بنفس عمل مغذيات ليفين، مما يفسر الإشارة "الموجبة". والمشتبه الرئيسي في هذه الحالة هو فوق أكسيد الهيدروجين.

والأمر هو، أن فوق أكسيد الهيدروجين لم يوجد أبدًا على المريخ على الرغم من أربعة بحوث مكثفة على الأقل في الغلاف الجوي وعلى سطح المريخ. ويشير ليفين، بأن الأكثر من ذلك، أنه ثابت عند درجات حرارة أعلى من 160 درجة سيلزية (320 درجة فهرنهايت). فإذا كان فوق أكسيد الهيدروجين في التربة هو الذي يكسر المغذي ويطلق الغاز المشع، فإنه سيواصل فعل ذلك حتى بعد تحميض عينة التربة.

إلا أن حجة فوق أكسيد الهيدروجين تتوافق مع النتيجة السالبة لتجربة GCMS. مرت ثلاثون عاما وما زالت تلك الحجة قد تستفيد من أن شخصا ما قد يجد بالفعل بعضا من فوق أكسيد الهيدروجين.

وبمخاطرة تعكير الماء بالوحل، يجب القول بأن نتائج GCMS لم تكن المشكلة الوحيدة أمام تجربة الانطلاق الموسوم لليفين. فتجربة أخرى قام بها ليفين ومساعده بات سترات أعطت نتائج محيرة أثناء التجارب مع جهاز الهبوط في الفايكنج الثاني.

كان هناك إجماع على أن العمليات الكيميائية التي تفسر نتائج GCMS السالبة ينمو لدى فريق البعثة، كانت الفكرة السائدة أن الأشعة فوق البنفسجية من الشمس قد تنتج فوق أكسيد الهيدروجين في التربة، الذي يمكنه تدمير كل المادة العضوية. وعليه طلب ليفين وسترات من الفريق المتحكم في الذراع أخذ العينات أن يزيلوا صخرا ويحفروا في التربة بشكل أعمق، حيث لا وجود لفوق أكسيد الهيدروجين. أعطت هذه العينة نتيجة موجبة مما أعطى نتيجة موجبة أخرى لتجربة الانطلاق الموسوم ومحدثة ثقبا في حجة فوق أكسيد الهيدروجين. ومع ذلك، فإن عدم وجود الضوء لا يمثل مشكلة لميكروبات المريخ، فيمكنها العيش بها تحت الصخور. ولسوء حظ ليفين وسترات، كان لديهم مسبقا دليل على عكس ذلك.

في اليوم السادس والثلاثين المريخي وضع الفريق عينة من التربة المريخية في غرفة تجربة الانطلاق الموسوم. وعندما أدخل المغذي، تفاعل شيء ما في التربة، باعثا غازا

مشعا تماما مثل ما حدث في كل التجارب السابقة. ثم أغلقت الغرفة وتركت لحالها لمدة سبعة أيام.

وبعد أسبوع في الظلام، تم حقن الفريق كمية أخرى من المغذي. وفي كل مرة يفعلون ذلك مع عينة من التربة ملوثة بالميكروب على الأرض، يسجل عداد جايجر زيادة أخرى، فالميكروبات تلتهم الدفعة الثانية من المغذي. وعلى المريخ، لا شيء يحدث.

وعلى الجانب الموجب، كما أشرنا من قبل، تقف هذه النتيجة ثانية عكس حجة أن مركبا ما، يحتمل أنه فوق أكسيد الهيدروجين، كان مسئولا عن إنتاج الغاز المشع من المغذي، فعدم وجود الضوء لمدة طويلة لا يؤثر على العملية الكيمائية. ولكنه لا يقدم أيضًا كثيرا من المنطق إذا كانت البيولوجيا متضمَّنة.

واحد من أقوى الحجج ضد وجود حياة على المريخ كانت دائما الظروف المحيطة الشاقة: درجة الحرارة المنخفضة، والغلاف الجوي الرقيق ونقص الماء السائل، كل ذلك عوامل تعمل ضد نمو الكائنات الحية. ويواجه ليفين ذلك بالإشارة إلى كثير من الاكتشافات المتتابعة للبكتيريا شديدة التحمل (Extremophile) على الأرض. يقدم اكتشاف وجود ميكروبات في بعض الأماكن الأقسى وحشية على كوكبنا: في الأرض القاحلة المتجمدة في القطب الجنوبي، وفي المياه الملتهبة والعنيفة حول أخاديد المحيطات العميقة، وفي الصخور البركانية وحتى في نفايات الإشعاع. ففي الوقت الذي أرسلت فيه بعثة الفايكنج إلى المريخ، كان يعتبر وجود حياة في مثل هذه الأماكن أمرًا لا يمكن التفكير فيه، لكنه يبدو الآن معقولا تماما أن الحياة يمكن أن تتسيد على التربة المريخية. وما لا يبدو معقولا أنه بالأخذ في الاعتبار إصرار البكتيريا شديدة التحمل على الأرض أن الميكروبات ماتت خلال أسبوع في الظلام. فالتجربة مع جهاز الهبوط الثاني، حيث يبدو أن الميكروبات كانت تعيش مزدهرة تحت الصخور، تقف ضد ذلك.

وأحد التفسيرات المحتملة هو أن العينة مأخوذة من تربة عادية مكشوفة تحتوي على الميكروبات التي تحتاج ضوءًا، لكن هناك كائنات أخرى، تعيش تحت الصخور لا تحتاج ضوءًا في النهاية، وكل ما نستطيع قوله إن كل ذلك يعكر الماء بالطين.

وأيا كانت الحقيقة حول تعقيد شبكة النتائج، فإن ثقل الحجج ضد اكتشاف الحياة

على المريخ – نتائج GCMS السالبة، ومعها حجة فوق أكسيد الهيدروجين – اعتبرت ضاغطا بما فيه الكفاية لقادة البعثة أن ينتهوا إلى أنهم لم يجدوا حياة.

ما زال ليفين يتذكر صدمة الجلوس في أول مؤتمر صحفي ليعلن نتائج تجارب الفايكنج. جلس جيم مارتن بجواره وبينما كان قائدهم، هارولد كلين، يلقي الإعلان الرسمي. حيث أعلن كلاين أن بعثة الفايكنج لم تجد دليلا على وجود حياة فوق المريخ.

يتذكر ليفين "عندما قال كلاين ذلك، دفعني جيم مارتن في ضلوعي وقال يا للمصيبة هلا قمت يا جيل وأخبرتهم أنك اكتشفت حياة؟".

لم يفعل ليفين ذلك. ويقول إنه حين نظر لحداثة سنة ووضعه نسبيا فإنه أراد أيضًا أن يكون متحفظا، "ولم يرغب في أن يكون على خلاف مع أي فرد آخر في الفريق". وحافظ على الصمت لفترة عشر سنوات، أمضى السنوات الثلاث الأولى منها محاولا إيجاد تفسير بديل لنتائجه الخاصة. وكان خلال تلك الفترة هي الفترة التي اتصل فيها جون ميلان لافوي الابن به.

كان لافوي طالب دراسات عليا بمعهد MIT، وأجرى الكثير من الاختبارات على قراءات GCMS الخاصة ببعثه الفايكنج. كان لافوى متحيرا للطريقة التي عولجت بها نتائج GCMS، وكان واضحا أن الغرض هو التقليل من التخمين بوجود الحياة على المريخ، فوفقا للافوي، كان يجب معالجة قراءات الجهاز بحرص شديد.

أخبر لافوي ليفين أن الجهاز الذي صممه معهد MIT قد فشل عدة مرات في اختبارات قبل الإطلاق. فعندما أدخل عليه عينات من تربة القارة القطبية الجنوبية لم ينجح في إيجاد أي مركبات عضوية. كانت هذه الأخبار مثيرة بصفة خاصة لليفين، لأن كل تجارب الفايكنج المختلفة تم إعطاؤها نفس العينات للاختبار قبل قبولها في البعثة، وعندما اختبر العينة – المعروفة باسم تربة القارة القطبية الجنوبية 726، سجلت تجربته "الانطلاق الموسوم" ارتفاعا ملحوظا في الكربون المشع في الهواء المحيط بالعينة. وبدا أن تربة القارة القطبية الجنوبية رقم 726 تحوي حياة.

وبعد سنوات قليلة، اتصل أحد المهندسين العاملين بمشروع GCMS وأخبره بقصة مماثلة لقصة لافوي. كان آرثر لافلور الذي استخدم في المشروع ليساعد في الإنجاز قبل

انتهاء الموعد المحدد للبعثة، قد شارك في نشر البحث الذي أقر بالنتائج السلبية على المريخ. لكنه قال، إن الجهاز لم يكن في الحقيقة قريبًا بالمرة من أن يكون حساسا كما هو مطلوب ليدحض نتائج ليفين.

وفي عام 2000 نشر ليفين ولافلور بحثًا معًا، كاشفين لأول مرة بعض نتائج تجربة GCMS قبل الإقلاع. ولقد فشلت التجربة عدة مرات أن تجد مركبات عضوية كانت موجودة في العينات. وكانت عينات تربة القارة القطبية الجنوبية تحتوي على عشرة آلاف كائن لكل جرام من التربة، ولكن حتى في وجود تركيز 3 بلايين كائن لكل جرام فشل أيضًا جهاز GCMS في رؤية أي مركبات عضوية، ومن الممكن ترجيح احتمال أن التربة المريخية لا تحتوي على أكثر من 10 ملايين كائن لكل جرام. وباختصار فإن جهاز GCMS "لم يكن كفئًا للمهمة المكلف بها".

ومما يثير السخرية أنه بحلول ذلك الوقت لم يعد ذلك الادعاء محل جدال. فلقد قال وسلي هنتريس، الإداري المشارك بوكالة ناسا، في مؤتمر صحفي بناسا سنة 1996 نفس الشيء. وكان المؤتمر الصحفي لإعلان الاكتشاف المحتمل لبصمة وجود حياة في نيزك مريخي ALH 84001 (يظل الموضوع بدون حل حتى اليوم). لقد وصل الصخر إلى الأرض منذ ثلاثة عشر ألف سنة، وتم العثور عليه في تلال آلان هيلز بالقارة القطبية الجنوبية في ديسمبر 1994 ووجد العلماء بناسا ما يبدو وكأنه ميكروبات متحجرة.

سأل أحد الصحفيين السؤال الواضح: هل غيرت ناسا من نغمتها؟ إذا كان الصخر يقول كانت هناك حياة على المريخ، فكيف أن GCMS الخاص بالفايكنج لم يجد أي مادة عضوية؟ قال هنتريس، هذا أمر سهل. فكبداية تلمِّح الصخرة بوجود حياة على المريخ في الماضي، ولا تذكر شيئا عن الحاضر. وثانيا الفايكنج رست في صحراء لتجد مكانا آمنا لترسو فيه، وهذا "نوع من تقليل احتمال وجود مادة عضوية على الكوكب لو وجدت". وأضاف هنتريس، وثالثا لم يكن جهاز GCMS ببساطة حساسا بما فيه الكفاية ليؤكد وجود أو عدم وجود أي شيء.

وفي سنة 2006 تم دق المسمار الأخير في نعش تجربة GCMS، عندما قام فريق بحثي مكون من اثني عشر باحثا، يضم خبير المريخ بناسا كريس ماكاي، قام بنشر مقال عن التجربة في مجلد أعمال مؤتمر أكاديمية العلوم القومية. انتهى الفريق لنتيجة أن حساسية

تجربة GCMS كانت أقل بعدة أسس مما كان يعتقد في الأصل. وينص البحث "والسؤال عما إذا كانت توجد مركبات عضوية أم لا على سطح كوكب المريخ، لم يتم حسمه بشكل صارم عن طريق تجربة التحليل العضوي الذي أجري عن طريق أجهزة الهبوط في فايكنج".

وفي الاحتفال بالذكرى العاشرة لمسبارات الفايكنج، وقف جيل ليفين وألقى خطابا حول الأسباب المحتملة التي ربما أدت بتجربة الانطلاق الموسوم بالحصول على نتيجة موجبة كاذبة وأعد قائمة بنحو خمسة عشر سببا ودحض كل واحدة منها وفي النهاية وجه حديثه للمستمعين وقال إن الأكثر احتمالا هو أن الفايكنج تعرفت على حياة. لم يكن رد الحاضرين متفقًا معه، ويصفه ليفين على أنه "أقرب إلى الاحتمال" و لم يدع إلى الاحتفال بالذكرى الثلاثين.

وهكذا فكيف لليفين أن يتوجه من هنا؟ يبدو، وبحرص، أنه من السهل على ليفين أن يطلب إعادة التجربة، لكنه ليس على استعداد لعمل ذلك. فهو يدعو إلى مسلك حذر في موضوع الحياة على المريخ. ففي الوقت الذي يجزم فيه باقتناعه بفكرة أن أجهزته وجدت دليلا على وجود حياة، لم يكن غافلا عن كل التفسيرات الأخرى. وحتى عندما كان العلماء الآخرون يأتون بحجج جديدة أو براهين تدعم نتائج الفايكنج الخاصة به، كان مسلك ليفين حيال ذلك متحفظًا بشكل غريب.

يعتقد جو ميللر، على سبيل المثال، وهو بيولوجي الخلية بجامعة جنوب كاليفورنيا بلوس أنجلوس، أنه عثر على إيقاع يومي في انبثاق الغاز من نتائج الانطلاق الموسوم للفايكنج. ووفقا لميللر، أنه بصرف النظر عن نوع الشيء الذي التهم الغذاء الإشعاعي الحر فإنه يظهر نفس نوع النمط الأيضي الحلقي الذي لدينا، لم يكن انطلاق الغاز مستمرا بصورة ثابتة لكن يتغير بشكل دوري بدورة تستمر 24,66 ساعة – طول اليوم المريخي. مثل هذا الإيقاع في انبثاق الأيض أمر عادي على الأرض. ويبدو أن الاكتشاف ينفي فكرة أن التفاعلات تتضمن مركبات غير عضوية مثل فوق أكسيد الهيدروجين كمسئول عن انطلاق الغاز. في سنة 2002 أعلن ميللر نفسه أنه "أكثر من 90 %" متأكد أن مراكب الفايكنج وجدت حياة.

لم يكن ليفين مقتنعا بتحليلات ميللر مع ذلك. وجند أستاذا في الرياضيات من جامعة

واشنطن لإلقاء نظرة أخرى، و لم يجد أي نسق مهم في بيانات الانبثاق. ويقول "إننا لا نعتقد أنها تبدو موجبة كما يجب". وعندما بدأت جماعة من الباحثين الإيطالين القول بأنهم وجدوا إيقاعات يومية، وجدوا رد فعل فاتر من ليفين أيضًا. ويقول "إننا لسنا مقتنعين".

ويعرف ليفين كيف يود أن يحل المشكلة: فأعاد تصميم تجربة الانطلاق الموسوم ليستخدم جزيئات كفية (chiral molecules) في الغذاء الأوّلي. فهناك جزيئات معينة –والجلوكوز واحد منها– تأتي بأشكال مختلفة. تماما مثل اليد اليمنى واليد اليسرى، فهما متماثلتان لكنهما غير متطابقتين، فالجزيئات الكافية لها "يدوية" دقيقة. فبينما لا يوجد بين تلك الجزيئات اختلاف كيميائي فإن الكائنات الأرضية، تنتقى واحدة من المتناظرات الضوئية دون الأخرى. فعند فحص الغاز المنطلق في اختبار الانطلاق الموسوم الجديد للنظر في عملية الكفية لنرى ما إذا كانت الحياة متضمنة في الانبعاث أم لا: فإذا كان هناك عدم توافق ضخم بين الجزيئات الكفية، ستعرف أن الانبثاق بيولوجيًا وليس كيمائيًا في الأصل. وكان العلماء الآخرون مهتمين بالفكرة: وأعرب ويسلي هنتريس عن اهتمامه، وقال كريس ماكاي من ناسا، الرجل الذي يقود الخطط لتجهيز المريخ لتأهيله ليشبه كوكب الأرض، قال إنه يود المساهمة في إقتراح تجربة لبعثة مستقبلية. ولكن ليفين ما زال حذرا حتى هنا، ويقول الفكرة ليست خالية من العيوب. فإننا لا نعرف مثلا ما إذا كانت الحياة على المريخ تفضل الكفية أم لا. ويشير "من المحتمل أن كليهما يتم أيضه بالتساوي".

وفي الوقت الحالي، إذن، كل ما لدينا نتائج مر عليها ثلاثون عاما لتجربة أجريت في العالم الخارجي على بعد 200 مليون ميل.

بالنسبة للبعض، بعثة الفايكنج هي شيء من الماضي، ببساطة ليس هناك ما يدعو إلى المزيد من مناقشتها. وهنتريس، مثلا، والذي يعمل الآن مديرًا لمعمل الجيوفيزياء بمعهد كارنيجي بواشنطن دي. سي، ما زال يكن كثيرا من الاحترام لليفين. ويقول، المشكلة أن البيولوجيا الفلكية قد تغيرت منذ عام 1976. وأي مناقشة لنتائج الفايكنج أصبحت بلا معنى نتيجة الصراع الدائر لتعريف ما الحياة، وما الظروف التي تحتاجها لتنشأ ولتصمد، وخاصة على ضوء اكتشاف البكتيريا شديدة التحمل المكتشفة حديثا.

ويقدم روبرت هازن، الخبير في تطور الحياة الذي يعمل في مكتب في الطابق الأعلى لمكتب هنتريس منظورا مماثلا، حيث يقول: لا يستطيع أحد أن يتفق على تحديد جيد لما يجب أن يكون طريقة جيدة لاكتشاف الحياة. وأكثر من ذلك لم يعد أخصائيو الحياة مهتمين الآن، فبعد بعثة الفايكنج، ترك كل البيولوجيين الميدان.

يبدو أن الفراغ قد ملأه الجيولوجيون وعلماء الغلاف الجوي. وأصبح كل شيء تقريبًا في معسكر ناسا منذ بعثه الفايكنج حول اكتشاف ما نعتقد أنه ظروف الحياة، على الأقل الحياة كما نعرفها. فبدلا من البحث عن الحياة، أصبحنا مهووسين حول تركيب سطح المريخ والنظر إلى الصخور والأنساق التي تحويها والتي قد تشير أو لا تشير إلى وجود المياه في الماضي وفي الحاضر. وإذا نظرت إلى قائمة بعثات ناسا إلى المريخ، تجد أنه من الواضح أن البيولوجيين كانت فرصتهم الوحيدة مع بعثة الفايكنج وفشلت. والبعثات الآن هي للحفاظ على الفروع الأخرى للمعرفة، فقبل الفايكنج ومنذ إرسالها أصبح الأمر كله حول الصخور والطقس.

أطلق القمر مارس أوبزرفر سنة 1992 لكنه فُقد قبل أن يدخل المدار "كان مصمما لدراسة جيولوجيا وجيوفيزياء ومناخ المريخ: "وفى سنة 1996 ألتقط القمر باثفايندر صورا، لقياسات أحوال الطقس، وقام بتحليلات كيميائية للصخور والتربة. أما قمر مناخ المريخ المداري (Mars Climate Orbiter) فَفُقد عند لحظة وصوله في 23 ستمبر1999، وكان مصمما كقمر صناعي لدراسة الطقس فيما بين الكواكب. أما (Mars polar Lander) فكان المقرر أن يحفر بحثًا عن الماء، إلا أنه فقد لحظة وصوله في 3 ديسمبر1999. أما القمر (Mars Global Sutveyor) فهو يرصد سطح المريخ والغلاف الجوي والطقس ويدرس التركيب الداخلي للكوكب منذ ستمبر 1997.

ثـم، فـي سـنة 2004 جـاء "الـروبـوت الجيولوجي" من ناسا –Spirit and Opportunity–. تواصل مركبة الفضاء مارس أوديسي إرسال المعلومات إلينا حول جيولوجيا المريخ والمناخ وعلم المعادن. وتبحث الآن مارس إكسبرس من مدارها عن المياه تحت السطح (فقدت البعثة جهاز الهبوط، بيجل2، عند اصطدامها لكنها على الأقل بحثت عن الجزيئات العضوية). وتقدم مارس ريكونسانس أوربيتر "رؤية تفصيلية مذهلة عن جيولوجية وبنية المريخ." وأثناء كتابة هذا الكتاب تكون المركبة فونيكس في

طريقها إلى الكوكب الأحمر. وهي ستبحث عن جليد الماء والجزيئات العضوية.

يبدو أن البحث عن الحياة فوق المريخ كانت لحظة خاطفة، فرصة واحدة في العمر. فبكل المقاييس المعقولة، وجدناها، لكننا لم نعد النظر ثانية. وعلى الرغم من أن لا أحد تقريبًا يشك في أن الحياة قد وجدت على المريخ في الماضي، وكثير من الخبراء يعتقدون في حياة هناك الآن، إلا أن النتيجة النهائية لكارل ساجان – احتمال أننا فعلا اكتشفنا الحياة على المريخ" افتراض ضعيف جدًّا" مقترضين عبارته – ذلك موقف جمع عليه العلماء. وهكذا يمكن للجيولوجيين أن يدفعوا بروبوتاتهم تحت السطح في المريخ يبحثون عن تكوين الصخور والماء السائل دون التوصل إلى نتائج. ولا أحد يريد أن يشق ويخرج عن المجموع مثلما فعل ليفين. وليس على أحد أن يفعل ذلك.

إذا لم يكن ذلك فضيحة، فإنه يدعو للخجل. هذا الحذر الزائد على الحد، هذا المسلك الناعم، للبحث عن الحياة فيما هو خارج الأرض، هو تأجيل للحظة مجيدة في قصة البشرية. كتب بيتر وارد، أستاذ البيولوجيا وعلوم الأرض الفضاء وعلم الفلك بجامعة واشنطن بمدي"الحياة كما لا نعرفها"، كان وارد جليا حول أهمية البحث لاكتشاف حياة في العالم الخارجي. حيث يقول "اكتشاف الحياة خارج الأرض هو عمل ضخم". وعليه فلماذا لا نبحث عن الحياة، ليس فقط أن نمشي حولها على أطراف أصابعنا؟ بعيدا عن الحذر المتعلق بالميزانية والشعور بأن آخر الناس الذين حاولوا ذلك حرقوا أصابعهم، ليست هناك إجابة صريحة. ليس الأمر مثل كوننا نبحث لنجد إشارات عن حياة ميكروبية فيما هو خارج الأرض، وعندها نتوقف عن البحث عن أي شيء آخر. بل هناك أكثر من مسار مهم نتبعه بمجرد توصلنا لذلك الاكتشاف.

ووفقًا لمارتن ريس الفلكي الملكي الإنجليزي ورئيس الجمعية الملكية "إن التحدي الاستكشافي الأعظم للسنوات الخمسين القادمة ليس هو العلوم الفيزيائية ولا البيولوجيا (الأرضية). إنه بكل تأكيد البحث عن دليل حاسم سواء كان مؤيدا أم نافيا وجود ذكاء في العالم الخارجي". ذكر ريس تلك العبارة في كتاب واضعًا الخطوط العريضة لما يجب أن يأخذه في اعتبارهم خمسة وعشرون من العلماء المتميزين، على أنه أهم المسارات المهمة في العلم في السنوات الخمسين القادمة. كما جادل في مكان آخر قائلا إنه لو كان عالما أمريكيا لألقى بشهادة في الكونجرس

قائلا "سيكون أكثر سعادة بأن يطلب عدة ملايين قليلة من أجل SETI "البحث عن الذكـاء في العالـم الخارجـي: - the search for extraterrestrial intelligence - بدلا من البحث عن الدعم لمشاريع الفضاء التقليدية أو معجلات الجسيمات". فبالنسبة لريس، أكثر العلماء تميزا في بريطانيا والقوة المحركة في الفلك عالميا، هي في الواقع لها هذه الأهمية.

والأكثر من ذلك، فإن ذلك ليس مهمة يقوم بها إنسان ساذج. ولقد راهن بيت هت بمعهد الدراسات المتقدمة بجامعة برنستون، بولاية نيوجرسي على أن هناك فرصة تعادل خمسين في المائة أن نكتشف أذكياء في الفضاء الخارجي، هناك في الفضاء خلال الخمسين سنة القادمة. ويعرف هت أن ذلك رهان معقول لأننا نعلم مسبقا أنه إذا وجدت الحياة من المؤكد سيتبعها الذكاء. وفي سنة 2003 نشر عالم الحياة القديمة بجامعة كمبردج سيمون كونواي موريس كتابا بعنوان "حل لغز الحياة" دفع فيه بأن قال، لكي تصمد الحياة في الموطن المتاح لها، يجب عليها أن تتشعب وتطور الحلول للمشاكل التي تواجهها. وحلول ألغاز الحياة مقيدة بقوانين الفيزياء، وهكذا على الرغم من أنه قد يبدو وجود عدد لا يحصى من الحلول، الواقع ليس كذلك، هناك القليل منها فقط. الأمر الذي يعني في أي مكان تتطور الحياة في الكون، ستبدو تقريبا بنفس الشكل. ربما تتغير الكيماويات المرتبطة بها لكن البنى والآلية ستتجمعان بالضرورة نحو مجموعة صغيرة من الاحتمالات. ويدفع كونواي موريس بأن هذا التجمع، سيقود دائما -لو سمح الوقت- إلى تطور الذكاء لأن الذكاء هو أفضل أدوات الصمود المتاحة.

ويقول كونواي موريس بمجرد أن يتطور الذكاء، فإنه يمنح المقدرة على استخدام اللغة للتواصل، ميزة أخرى في سبيل البحث عن البقاء. وهكذا فإن فكرة أن العوالم البعيدة قد تكون مليئة بالكائنات الذكية القادرة على الاتصال فيما بينها، وفي النهاية مع حضارة غريبة عن حضارتهم ليست أمرا غير قابل للتصديق. ومن المؤكد، إذا كان الشذوذ القادم ما سنتبعه، فإن بيت هت قد كسب رهانه.

7

الإشارة المبهرة

هل حدث اتصال مع كائن من خارج الأرض؟

يملك العلم شكلا من قاعدة ذهبية، مبدأ يساعد الباحثين للتمييز بين التفسيرات المحتملة لأي ظاهرة. ويسمى المبدأ شفرة أوكام، وهو يقول إنه، إذا كان لديك عدد من الاختيارات، يجب دائما أن تتوجه إلى الأبسط والأكثرها مباشرة. فإذا استخدمنا شفرة أوكام على الإشارة التي استقبلها تليسكوب بيج إير (Big Ear) بجامعة ولاية أوهايو في أغسطس 1977، نستطيع أن نستخلص أنها إشارة من حضارة في الفضاء الخارجي. لماذا؟ لأنها بالضبط الشيء الذي أخبرونا أن نبحث عنه.

في سبتمبر 1959 نشرت مجلة ناتشر أول مقال علمي عن الخصائص المرتقبة لاتصال بالعالم الخارجي في مكان غير بارز بين مقال عن التنبؤات الإلكترونية لأسراب النحل ومقال آخر عن التغيرات الأيضية في الكريات الحمراء في الدم بتأثير الأشعة السينية. كتب المقال جويسب كوكوني وفيليب موريسون، الفيزيائيان بجامعة كورنيل بولاية نيويورك. لم يكن هناك أي شيء غير عادي بالنسبة لخلفية كوكوني، لكن موريسون كان أكثر إثارة. لقد حصل على الدكتوراه تحت إشراف جي. روبرت أوبينهايمر ولعب دورا حيويا في مشروع لوس ألاموس مانهاتن. وكان عضوا في الفريق الذي سافر إلى جزيرة تينيان في غرب الباسيفيك لتجميع القبيلة الذرية التي دمرت ناجازاكي. وبعد أن شاهد

موريسون الخراب الذي أحدثته أصبح من أشد المؤيدين بلا كلل لحظر الأسلحة النووية. كما ساعد في تأسيس SETI، البحث عن حياة ذكية في الفضاء الخارجي.

اقترح مقال موريسون وكوكوني في مجلة ناتشر، أن على أي شخص يرغب في جذب انتباه أي حضارة ذكية أخرى أن يستخدم إشعاعات تردد الراديو. إنها رخيصة نسبيا وسهلة الإنتاج وتنتقل لمسافات طويلة جدًا باستخدام كمية طاقة بسيطة. وعندما وصل الأمر لاختيار تردد إرسال، كان عليهم اختيار ذلك الذي تحدث عن رقم ما عالمي في الكون، وأفضل تخمين اعتقده موريسون وكوكوني أن أي ساكن خارجي قد يستخدم شيئًا ما يرتبط بأكثر العناصر شيوعًا في الكون: الهيدروجين. فأي كائن قادر على الاتصال يكون في توصل بالفعل ولاحظ أن الهيدروجين يطلق إشعاعا عند 1420 ميجاهرتز: وذلك رقم له رنين خاص في كل مكان في الكون.

وعليه، أي إشارة من الفضاء الخارجي ستأتي عند 1420 ميجا هيرتز. وستكون بعيدة قدر الإمكان فقط عند 1420 ميجا هيرتز. وإرسال إشارة مركبة من ترددات كثيرة تستخدم كمية طاقة كبيرة، أي شخص يرغب في الحصول على مسافة لكل كيلووات على أجهزة إرسالهم سيستخدم مدى تردد ضيق - إشارة "حزمة ضيقة". وكعلاوة إضافية، لا توجد ظاهرة طبيعية ترسل إشعاعات تردد راديو طبيعة الحزمة، فأي إشارة من هذا القبيل تجعل أي مصنع ذكي يصغي جيدا جدا.

وفي 15 أغسطس 1977 جاءت إشارة مطابقة بالضبط لإشارة موريسون وكوكوني في مدينة ديلاوير بأوهايو.

في الشريط السينمائي الاتصال (Contact) تلقت بطلة الفيلم جودي فوستر إشارة من الفضاء وبعدها فتحت جهنم أبوابها. تحاول وكالة الأمن القومي للولايات المتحدة أن تسيطر على المشروع وتبلغ الرئيس الأمريكي الأخبار، ويهبط المستشارون إلى المشهد من الطائرات المروحية العسكرية السوداء البراقة. لم يحدث شيء مثل هذا من قبل عند تليسكوب بيج إير. فنحو الساعة 11:16 مساء بالتوقيت الصيفي الشرقي هبطت الإشارة على أول مستقبلَيْن لتليسكوب بيج إير. وسجل كمبيوتر التليسكوب إشارة الوصول، الصعود والهبوط في التيار الكهربي الذي حدث في شبكة أسلاك المستقبل عن طريق موجة كهرومغناطيسية، ثم تابع تسجيل أي إشارة أخرى جاءت من السماء لا شيء إلا

الضجيج كما اتضح. وبعد ثلاث دقائق عندما دارت الأرض وأحضرت المستقبل الثاني للتليسكوب ليخترق نفس المنطقة في السماء، ولت الإشارة.

وبعد ساعات قليلة – وبالمصادفة، يجب الإشارة وبقوة – توفي إلفيس بريسلي. وبعد ثلاثة أيام فقط، وبينما كان أكثر من عشرين ألفا يصطفون لرؤية إلفيس مسجى في نعشه في جريسلاند وصل الفني إلى بيج إير ليوقف الكمبيوتر عن العمل ويطبع النتائج ويلغي كل شيء من على الكمبيوتر. وكان الفني يأتي كل بضعة أيام، كانت السنة في ذلك الوقت 1977، حيث كان قرص الكمبيوتر الصلب لا يستطيع تخزين أكثر من ميجا بايت واحد. وعليه كان التخزين المستمر للبيانات ترفا زائدا على الحد بالنسبة لهذا المشروع الممتد. وعليه وأثناء عودة الفني إلى منزله في كولومبس، ترك نسخة من النتائج بمنزل جيري إيمان.

وإيمان، الرجل الذي لمح أفضل الإشارات الممكنة من الفضاء الخارجي، هو في الواقع أسطورة. أشار إيمان بتواضعه المعروف عنه، أن الآخرين كان في مقدورهم أيضًا أن يلمحوها، لكن من غيره يمتلك ذلك الحماس البريء، الحماس ليكتب "واو! Wow!" على الهامش؟ قد يسجل أناس آخرون على النسخة المطبوعة علامة نجمة أو سهمًا، إلا أن جيري إيمان كتب كلمة التعجب التي تجذب الانتباه لتلك اللحظة المهمة.

ولدهشة إيمان، لصق الاسم، لكن لا يجب أن يندهش. كلمة واو! هي خلاصة جيدة على أهمية التعرف على إشارة من الفضاء الخارجي. وربما تكون تعبيرا أقل مما يجب أن يكون. تحدث مع أي فلكي – على انفراد – فعلى الأغلب سيقول لك هو أو هي إن ذلك أكبر شيء حدث. إننا نصب كميات هائلة من الطاقة في المجهود البيولوجي لنفهم من أين جاءت الحياة، وكيف نهضت على كوكب الأرض، لأن ذلك مهم، وربما ذلك أعمق الأسئلة بالنسبة لنا. وفي الواقع تنتهي الأمور كلها إلى هذا: هل نحن شيء خاص؟ وأفضل تلخيص لذلك يرجع إلى كاتب الخيال العلمي آرثر سي. كلارك حيث قال "في بعض الأحيان أعتقد أننا وحدنا في الكون، وفي بعض الأحيان أعتقد أن الأمر ليس كذلك وفي كلتا الحالتين الفكرة تتأرجح تماما بين الاثنين".

كان كلارك على صواب، فإذا كنا وحدنا فهذا أمر غير عادي. وإذا كنا غير ذلك فهو أفضل. فإذا حدث واكتشفنا أننا واحد من أشكال حياة كثيرة على كوكب هو واحد من

عوالم كثيرة، سيصبح لدينا مفهوم جديد عن الكائنات البشرية – وحتى عن كوننا أحياء. وإذا اكتشفنا أن نوعا من الحياة فيما وراء الأرض هي حياة متطورة، فمن المحتمل أن يتفتح أمامنا مشهد جديد تماما للخبرة البشرية – وحتى عن كوننا أحياء. وقد تصبح لدينا، ولأول مرة، اتصالات مفيدة مع نوع آخر من الكائنات.

هذا، في الواقع، السبب في أننا نبحث عن حياة خارج الأرض – أو، بصورة أكثر دقة – البحث عن ظروف مناسبة للحياة. وكما رأينا بالفعل، فلم تكن مختبرات مارس روفر تبحث عن حياة بل كانت تبحث عن إشارة أو بصمة بأن هناك حياة أو كانت هناك مياه سائلة على المريخ. ومع ذلك، لم يكن البحث فقط على المريخ بل هناك أبحاث عن أي إشارة لوجود مياه بواسطة مسبار هويجنز على تيتان قمر زحل العملاق. وكذلك تم تحليل الظروف على قمر المشترى يوروبا، وأعلن أن هناك احتمالاً قويًا أن يكون مضيفا للحياة. والبحث في هذه الكوكب والأقمار داخل مجموعتنا الشمسية ما هو إلا البداية، فاحتمال وجود حياة ينسحب على مدى الكون كله المليء بالكواكب.

إننا نعيش في عصر تقدم غير عادي في الكشف عن كواكب خارج المجموعة الشمسية، فلقد عثرنا على أول كوكب سنة 1988، وبحلول أغسطس 2007 تم رصد مؤكد لوجود 249 كوكبًا. هناك عديد من الوسائل لعمل ذلك. أحد تلك الطرق هي تحديد الشذوذ في مدار نجم ما، نتيجة شد من كتلة كوكب على النجم. أو بالنظر إلى ضوء النجم ومراقبة إذا ما أصبح مستقطبا أم لا – إذا انحرف توجه مجاله المغناطيس والكهربى – بمروره عبر غلاف جوي كوكبي غازي. وربما سترى تأثير "عدسة" حيث سيتسبب مجال جاذبية الكوكب في اعوجاج للفضاء حوله، وهكذا يغير من مسار ضوء النجم. ثم هناك الطريقة "المرحلية"، حيث يخفت ضوء النجم بشكل طفيف جدا عندما يمر كوكب عبر واجهته.

تلك طرق قليلة من عدة تقنيات، وهناك الكثير، وكلها بدت في جني الثمار. وفي الواقع، وصل الأمر إلى أنه، إذا أردت أن تصنع خبرا له تأثير، فمجرد إعلانك اكتشاف كوكب خارج المجموعة الشمسية ليس أمرا كافيا. ففي هذه الأيام إذا أردت أن تجذب ما توصلت إليه الصفحة الأولى في الجرائد عليك أن تجد كوكبا في منطقة جولدي لك الخاصة بنجمة.

وكما هي الحال في عالم جولدي لك، يأتي الاسم من الظروف(*): ففي منطقة جولدي لك، درجة الحرارة ليست ساخنة جدا وليست باردة جدا، لكنها مناسبة للوجود المستمر للماء السائل على سطح الكوكب. وحتى اللحظة، لم نجد سوى قليل من الكواكب التي تدور داخل مناطق جولدي لك نجومها. فمثلا في مايو 2006، أعلن العلماء أنهم اكتشفوا ثلاثة كواكب، كل منها له كتلة مكافئة لكتلة نبتون وتدور حول نجم بعيد مسافة إحدى وأربعين سنة ضوئية. وأبعد واحد من هذه الكواكب كان في منطقة جولدي لك. وفي شهر أبريل التالي، أعلن الباحثون اكتشاف جلايس 581 وهو كوكب يدور حول نجم في كوكبة برج الميزان. وهو أيضًا يقع داخل منطقة جولدي لك للنجم.

وعلى الرغم من أننا نتقدم بشكل جيد في إيجاد كواكب مناسبة خارج المجموعة الشمسية، لكن عندما يكون الأمر بالنسبة لتحديد حياة بها تأتي المشكلة: الكواكب بعيدة للغاية. ربما توجد فرصة لأي إشارة عن حياة محتملة أو على الأقل وجود ظروف مناسبة للحياة، في طيف الإشعاع من سطحها أو غلافها الجوي، لكن ليس لدينا إلا القليل لنتبعه. فإذا كان هناك شكل من أشكال الحياة الساكنة فوق سطوحها فإننا بكل تأكيد لن نعرف ذلك. قفزة دراماتيكية في مقدرتنا التكنولوجية، فليس هناك طريق لإرسال مسبار أو أشخاص إلى الكواكب خارج المجموعة الشمسية. وما تحتاجه في الواقع إذن، أن تتصل تلك الحياة بنا. وحتى الآن لم يحدث ذلك أبدا، أو على الأقل بطريقة تقنع أي شخص يبحث عن دليل، ولكن إشارة الواوا تظل أكثر الاحتمالات الممكنة لدينا وهي من المؤكد الوحيدة.

كان جيري إيمان جالسا في مطبخه عندما كان يقرأ نسخة بيج إير المطبوعة، كان يجلس أمام الطاولة وأمامه نتائج الأيام الثلاثة الأخيرة.

وأتت إشارة "6EQUJ5" في النسخة وتعني الأرقام والحروف، في الأساس، مقياسا لشدة الإشارة الكهرومغناطيسية عندما وصلت مستقبل التليسكوب. تسجل القوة الضعيفة بالأرقام من 0 حتى 9، وكلما زادت القوة، يستخدم الكمبيوتر الحروف 10 تمثل A، 11 هي B وهكذا "6EQUJ5" هي بصمة الإشارة التي تقوى في شدتها بثبات إلى

(*) يأتي الاسم من قصة جولدي لك والدببة الثلاث، حيث تختار الفتاة الصغيرة من بين ثلاث مواقف، مهملة الشاذة. (المترجمان).

أن تصل قمة ثم تقل مرة ثانية. U تمثل أقوى قوة إشارة رآها التليسكوب على الإطلاق. وكان انتشار الإشارة مذهلا أيضا: أقل من 10 كيلو هيرتزات. أي تقع في محيط جزء من مليون من تردد الإرسال. وبأي تعريف فهي إشارة لحزمة ضيقه عند 1420 ميجا هيرتز. وكان إيمان على علم بما قاله موريسون وكوكوني حول الشكل الممكن لإشارة من الفضاء الخارجي. وما تقدم يلائم ذلك تماما.

ظهرت (6EQUJ5) مبكرا في النسخة الواردة، وعلمها إيمان بكلمة التعجب واو! ثم راجع باقي النسخة ليرى إذا ما ظهرت ثانية. لكنها لم تظهر.

ومع ذلك، كان ذلك كافيا. فقبل أن تصلنا إلى الأرض إشارة واو! بثمانية عشر عاما، قبل حتى ولادة مركز البحوث SETI، تنبأ فيزيائيان بما قد تبدو عليه طريقة الاتصال من الفضاء الخارجي، وكان تنبؤهما يبدو بطريقة غريبة مشابها للإشارة التي رآها إيمان. وإذا كنت تعتقد بأن العلوم يمكن أن تتقدم من خلال التنبؤات النظرية التي تتبعها المشاهدات القاطعة، فلقد كانت فرضية الفضاء الخارجي أفضل دليل على ذلك.

وهكذا أين كان يختفي ET؟ جاءت الإشارة من نقطة وحيدة في السماء. وفورا بعد الإقرار بالإشارة توجه إيمان ورئيسه، روبرت ديكسون للاسترشاد بخرائط النجوم ليروا أي الأجسام الفلكية يمكن أن يطلق تلك الإشارة. جاءت الإشارة من كوكبة برج القوس والذي يعرف أيضًا بإبريق الشاى: Teapot. والذي يقع بالضبط في الشمال الغربي للتجمع العالمي M55 (إلى الشرق من ذراع إبريق الشاي). و لم يكن هناك أي شيء.

وعلى الرغم من أن الإشارة لم تبد إطلاقًا أنها جاءت بالمصادفة فإن الباحثين بحثوا كذلك عن أقمار صناعية أو مركبة فضائية أو حتى طائرات، ربما أطلقت إشارة أو تداخلت مع إشارة أرضية، مكونة شيئا ما قد يبدو كإشارة الواو! و لم يبد أن هناك أي أجسام من صنع البشر قد أدت لذلك، إلا أن الإشارة أيضًا كانت ذات تردد اتفقت الحكومات على حظر استخدامه. لم يكن هناك تفسير معقول.

وبعد ثلاثة عقود ما زال لا يوجد تفسير. وليس هناك الكثير لأي إنسان يستطيع أن يقوله. و لم يمر باحثو بيج إير بأي شيء إطلاقا يشبه إشارة الواو! مرة ثانية. لقد تطلعوا إليها أكثر من مائة مرة. لا شيء. كل النسخ المطبوعة التي تبعت بعد ذلك تحمل أرقاما

عادية مشيرة إلى الغياب العنيد لأي شيء مثير قادم إلينا من الأرجاء السحيقة في الكون. وكل محاولاتنا للبحث عن ذكاء في الفضاء الخارجي هي بالمثل محاولات طويلة ومظلمة وبدون أي نتائج. وبين حين وآخر يظهر شيء ما مثير فجأة على التليسكوب، لكنه دائما ما يتضح أنه انعكاس زائف لقمر صناعي أو مركبة فضاء أو تداخل من قطعة من صخرة كونية.

على الرغم من أن كثيرين حاولوا، فإنه لم يصل أحد إلى تفسير مثل تفسير إشارة الواو. فلقد حلل الباحثون بموقع بيج إير تنوعات مختلفة: بثًا من الأقمار الصناعية، الترددات المتناغمة لأجهزة الإرسال الأرضية التي تعكس إشارات حطام الفضاء المتناغمة وإشارات الراديو وتحليل أي شيء آخر يمكن التفكير فيه. لكن لاشيء يمكن أن يفسر خصائص الإشارة المشاهدة. وفي أول مرة كنت فيها على اتصال بإيمان أخبرني أنه "ما زال ينتظر تفسيرًا معقولاً". ليس لأنه يعتقد أن الإشارة من ساكن فضاء، هو لا يرغب في أن يعتقد". ليس لأنه فقط التفسير المقنع الوحيد، إذا كان ممكنا إطلاق كلمة مقنع على أحد الاتصالات مع العالم الخارجي.

في الواقع، إنه كذلك، الطبيعة المنفردة للإشارة، هي بمثابة كعب أخيل. لقد سجلت جودي فوستر في فيلم كونتاكت لساعات وأيام وحتى لأسابيع رسائل الفضاء الخارجي. ولم يستقبل تليسكوب بيج إير إلا رسالة واحدة. وحتى جهاز الاستقبال الثاني الذي وجه إلى نفس المنطقة في السماء بعد ثلاث دقائق لم ير شيئًا.

ذلك بالتأكيد يغري بأن نهمل الإشارة. لابد وأنه شيء من الاضطراب في الإلكترونيات أو فقاعات تنفجر في النيتروجين في نظام تبريد التليسكوب، أو... شيء ما. فإذا كان ET، فإنه أو إنها أو أي جماد لم يذع لفترة طويلة – ومن المؤكد أن أي إشارة تذاع لغرض معين – لابد وأن تستمر لأكثر من ثلاث دقائق.

والمشكلة مع تلك النظرية أنه ليس هناك أي سبب لهذا الافتراض. والأسوأ من ذلك، أن أي إنسان يبحث في وجود ذكاء في الفضاء الخارجي يعرف أن إمكانية أن يرسل كائن ذكي إشارة واحدة في الفضاء ولا يتبعها أي شيء إطلاقا يمكن حدوثه تماما. إنهم يعلمون ذلك لأننا فعلنا الشيء نفسه.

في سنة 1974 قامت وكالة ناسا بإطلاق رسالة من تليسكوب أريسيبو في اتجاه M31، مجرة مليئة بالنجوم يبدو عليها أنها مرشح متميز كأقرب سكن مأهول في الفضاء الخارجي. وكانت الرسالة عبارة عن تيار من أرقام ثنائية، إذا وضعتها بشكل صحيح (وضع الأرقام الأولية بعناية يقدم بعض الحلول) فذلك يعطي شكلا مشوها لصورة شخص وإناء الحلزون المزدوج ومجموعتنا الشمسية. فأي شخص موجود على M31 يلتقط تلك الرسالة – الأمر الذي لن يحدث قبل نحو واحد وعشرين ألف سنة – ربما يستنتج وجود حياة ذكية هنا، وربما يستطيعون تحديد مكان إرسالها بالضبط. وبالنسبة لحضارة أهل M31 من المحتمل أن ذلك سيكون حادثا ذا وزن كبير، أول اتصال لهم مع ذكاء خارجي. ومع ذلك فإذا كانوا مثلنا بأي شكل من الأشكال، سيظن أمهر المتشككين على M31 أنهم لن يستطيعوا التوصل إلى نتائج مؤكدة من مجرد إشارة واحدة، بصرف النظر عن مدى جودة تلك الإشارة، وكما تعرف أي حضارة ذكية، فإن عينة من إشارة واحدة ليست ذات جدوى. فإذا كان ET إنسان العالم الخارجي يرغب في الاتصال، فلابد من إرسال إشارتين على الأقل. أليس الأمر كذلك؟ أي تفكير هذا: ربما أننا فشلنا في أول اتصال لنا بجارنا الكوني، وربما قد نشعر ببعض الراحة عند معرفة حقيقة أنهم قد ارتكبوا نفس الخطأ.

وإذا لم تكن هناك وسيلة لجعل إشارة الواو ذات مغزى، فلن تكون هناك أيضا أي وسيلة للجوء إلى قاعدة العلوم الذهبية الأخرى: أعد الملاحظة. واليوم، ليس هناك دعم شعبي للبحث عن الفضاء الخارجي، لا يوجد تليسكوب بيج إير. فلقد تم تفكيكهُ في سنة 1988 لإفساح المجال لتشييد ملعب ضخم لرياضة الجولف، ولقد علم جون كراوس، مصمم بيج إير، أن جامعة وسليان بأوهايو قد باعت الأرض من تحت تليسكوبه المسحوب في 28 ديسمبر 1982. وأطلق على هذا اليوم يوم العار. وكتب في أبريل 2004: لقد خانت جامعة وسليان مشروعي وباعت الأرض من تحت "البيج إير"، والاكتشافات والقياسات التي كان يمكن أن تقوم بها البيج إير لو لم يتم تدميرها، وفي الحقيقة لم يكن هناك أكثر من اتفاق شرفي بين جامعة وسليان وجامعة ولاية أوهايو، اللتين شيدتا التليسكوب، وأثارت الصحف المحلية همهمة كبيرة، واستقال مدير جامعة وسليان بعد ذلك بفترة قصيرة. وقدم الفلكيون مجتمعين إلى مشتري الأرض أربعة أضعاف قيمة الأرض، إلا أن الاحتجاجات والجهود، في النهاية، لم تحدث أي تأثير.

المال والجشع والطموح تعوق باستمرار البحث عن أي ذكاء في الفضاء الخارجي. وبشكل ما، فالمجال معرّض أكثر للهجوم من أي مجال آخر في العلوم. قد يكون ذلك ربما بسبب أنه بعيد المنال مما يجعله معرضا بسهولة للخبطات المتدنية.

انطلقت أول ضربة مرجعة متدنية حقيقية ضد SETI بعد أن وصلت إشارة الواو! وإلى الأرض بستة شهور بالضبط كان السنياتور وليم بروكسماير يبحث عن متلقٍ آخر لجائزته (Golden Fleece Awards) سيئة السمعة. كان بروكسماير يمنح تلك الجائزة للمشاريع المهملة من الحكومة، التي يعتبرها ضياعا لأموال دافعي الضرائب. وكانت بالنسبة لبروكسماير تعتبر حملة علاقات عامة عظيمة، حيث يقدم للناخبين بالضبط ما يبحثون عنه، في النهاية عقد صعب من الزمان، لكنه لم يكن دائما سهلا أن يجد هدفه، لاسيما أنه كان ملتزما بمنح الجائزة كل شهر.

جاء دور ناسا في فبراير 1978 "لاقتراحها إنفاق من 14 إلى 25 مليون دولار على مدى السبع سنوات التالية لتحاول إيجاد حياة ذكية في الفضاء الخارجي". علميا، لم يكن هناك أي شيء خطأ بالفكرة. والمشروع المقدم ذو العنوان السيئ (بمعايير العلاقات العامة البراقة لهذه الأيام) "برنامج الملاحظة بالميكروويف" كان يحظى بدعم من العلماء الرئيسيين، وكانت له ميزانية سنوية متوسطة نحو 1,5 مليون دولار، كانت مجهودا معقولا لاستخدام مستقبلات الموجات الميكروويية للبحث عن الإشارات الشاذة القادمة من الفضاء الخارجي، إلا أن متابعة بروكسماير للمشروع جعلته معرضا للهجوم، وفي 1982 تسبب في قتل ذلك المشروع، مقدما تعديلات قانونية لقطع كل الدعم الفيدرالي عن مشروع (MOP). لكن لحسن الحظ جاء كارل ساجان للإنقاذ.

ويمكن قياس مدى تأثير ساجان بعدد مشاهديه على التليفزيون، فكان مسلسله التلفزيوني كوسموس المنتج سنة 1979 أكثر البرامج مشاهدة من الجمهور العام في أمريكا حتى التسعينيات من القرن العشرين. ورأى نحو 600 مليون المسلسل واكتسبوا، بإيعاز من كاريزما ساجان، الحماس والمنظور المثيرين عن الكون. وعندما تقابل ساجان مع بروكسماير، في سنة 1982، كان في قمة مقدرته على التأثير. استمع بروكسماير إلى حجج ساجان المؤيدة SETI، وتراجع لدرجة أنه اعتذر، وأتبع ساجان ذلك بحملة دعاية للرأي العام من ناحية، مدعومة بالتماس موقّع من بعض أكثر العلماء احتراما في

العالم (كان من بينهم سبعة من حاملي جائزة نوبل)، ورسخ بصلابة البحث عن الذكاء في الفضاء الخارجي في عقول الأمريكان على أنه عمل علمي ذو أهمية وضروري. وليس من الغريب أن سيناتور ولاية نيفادا ريتشارد بريان رفض مقابلة فلكي SETI عندما قام بهجومه على البرنامج بعد عقد من الزمن.

في 6 أكتوبر 1992 كانت جريدة النيويورك تايمز مأخوذة باحتمال الكشف عن حدود جديدة لأمريكا في الفضاء الخارجي.

> الفلكيون الذين يتحركون لما بعد الافتتان الفلسفي وفانتازيا الخيال العلمي، على وشك التوصل لأول بحث شامل وعالي التقنية عن دليل على وجود حياة ذكية في مكان آخر من الكون. والبحث الجديد مقرر له أن يبدأ يوم الاثنين احتفالا بمرور 500 سنة على اليوم الذي حدث أن هبط فيه كولومبس على شواطئ أمريكا.

وبعد مرور عام تقريبا، عبرت الصحيفة نفسها عن الصدمة المخيفة تحت العنوان "إي تي لا تتصل بنا، سنتصل نحن بك. يوما ما".

> في العام الماضي، في ذكرى وصول كولومبس بمنذ 500 سنة، أعلنت ناسا عن برنامج لمدة عشر سنوات لمسح السموات للكشف عن موجات راديو تنبعث بواسطة حضارة في الفضاء الخارجي. وعندما جاء يوم كولومبس في سنة 1993، تم إلغاء البرنامج وتم إلغاء المليون دولار المطلوبة شهرياً من الميزانية ليواصل الاستدامة.

ولم يستطع كاتب المقال جورج جونسون مقاومة الذهاب بالتشبيه إلى أبعد حيث كتب:

> كما لو أن البحّار العظيم وبعد أن بدأ يبحر متخطيا جزر الكاناريا، استدعته الملكة إيزابيلا، التي قررت بعد أن أعادت التفكير أنها تفضل الاحتفاظ بمجوهراتها.

وتعود هذه الكارثة إلى بريان. لقد أعد تغييرا في المشروع بشكل سطحي. "لقد

أنفقت الملايين و لم يظهر بعد أي من هؤلاء الرفاق الخضر الصغار، و لم يقل شخص مريخي واحد حتى خذني إلى قائدك، و لم يتقدم طبق طائر مفرد بطلب للطيران إلى هيئة الطيران المدنية الفيدرالية FAA.

لم يستطع هؤلاء الأبطال، أبطال SETI فعل أي شيء، ويسترجع الذكريات سيث شوستاك، وهو الآن مدير معهد SETI الممول بعيدا عن المال العام، والذي أتى بعد SETI التابع لناسا، ويذكر أنهم حاولوا مرارا عقد اجتماع مع السناتور بريان، لكن بريان لم يلب طلبهم، وتمت الموافقة على تعديل بريان على الرغم من ذلك. انتهى بذلك المجهود الداعم شعبيا للإجابة عن أهم الأسئلة على الأرض، و لم يعد إحياؤه أبدا، وسجلت جريدة النيويورك تايمز تعجبها لقصر نظر تلك الحركة، لكن شيئا لم يتغير، وانتهى التمويل العام لمعهد SETI.

وفي الوقت الحالي، يأتي المال الداعم لمعهد SETI بشكل حصري من مستثمري سيليكون فالي بكاليفورنيا. فعندما فقد SETI دعمه سنة 1993، قام بارني أوليفر، رئيس قسم الأبحاث والتطوير بشركة هيوليت – باكارد، الرجل الذي أعطى العالم آلة الجيب الحاسبة، ببعض الاتصالات. لم يكن عشق أوليفر الحقيقي التكنولوجيا بل كان الفلك، وبصفة خاصة معهد SETI، وحث بيل هيوليت ودافيد باكارد أن يقوما بالمساهمة لإنقاذ SETI من الغرق.

إن هيئات استثمارية مثل هيوليت وباكارد، ولأسباب لا يفهمها أحد، هي التي حافظت على الحياة بالنسبة لمعهد SETI حتى اليوم، لقد سمحت مساهماتهم للناس في SETI بشراء الوقت لاستخدام التليسكوب ودفع قليل من مرتبات العاملين. ولكن هيوليت وباكارد متوفيان الآن، وقام أوليفر باتصال آخر، بمؤسس مايكروسوفت المشارك بول ألين، حيث أصبح الآن هو الممول الرئيسي، ومع ذلك فإن التليسكوب الخاص بمعهد SETI المزمع بناؤه لم يكتمل، نسق تليسكوب ألين، حيث يشعر ألين بأن مساهمته يجب أن تقابلها نفس القيمة من القطاع العام، وليس هناك مسئول يتحكم في التمويل العام يرغب في منح أي أموال لهذا البناء.

من السهل أن نرى لماذا يتحفظ الناس الذين في مقدرتهم التصرف في المال العام في

إعطاء تمويل للبحث عن وجود ذكاء في العالم الخارجي. ويصرح جيري إيمان بأن ذلك يشبه البحث عن إبرة في كومة من القش. "إلا أنك حتى مع ذلك لا تعرف أين هي كومة القش، ولست متأكدا أن الإبرة موجودة أصلاً. إنه واقع حقيقي، أن البحث عن أذكياء في الفضاء الخارجي يعتمد على فيض من الافتراضات، وعلى المرء أن يأمل أن بعضا منها لن يكون خطأ بشكل كبير، لكن نفس الشيء يمكن أن يقال عن البحث عن كواكب خارج المجموعة الشمسية، المخاطرة التي لا تجد أي صعوبة في أن تجد تمويلا من القطاع العام.

انظر إلى النشاط المحموم الحالي لإيجاد كواكب داخل المنطقة المعتدلة (منطقة جولدي لك)، فعندما نقف ونفكر حول آمالنا المحدودة عما يمكن أن تكون عليه الحياة هناك، وما هي الظروف التي يمكن أن تزدهر فيها تلك الحياة، قد تبدو كل تلك المجموعة من السمات على وجود الماء السائل مهزوزة تماما.

الماء السائل ليس مطلبا ضروريا لوجود الحياة وازدهارها في بعض الظروف، وقد يكون قبلة الموت، وربما يكون حمض الكبريتيك قادرا على العمل للأشكال الأخرى من البيولوجيا مثلا، فالغلاف الجوي لكوكب الزهرة هو مثل سحابة من حمض البطارية، ويخمن العلماء أنه قد يضمن استمرار الحياة في قطرات الحمض، وهنا بالضبط لا توجد مياه. إنه الماء الذي يجعل حمض الكبريتيك سببا للتآكل، وفي الواقع، الحمض يعمل كحافز في تفاعلات التآكل، حيث تُعرف العملية بالتميؤ، إذ يشطر الماء جزيئات البروتين.

وبالمثل، لقد وجد المهندسون أن بعض الإنزيمات البيولوجية المستخدمة في الكيمياء الصناعية تعمل في وجود الهكسان، الهيدروكربون المائع، وكذلك في وجود الماء، وهناك كذلك فرصة للبيولوجيا أن تعمل دون وجود الكربون، ويمكن كذلك للسيلكون القريب الصلة أن يعمل كالسقالة التي تبنى عليها الجزيئات البيولوجية. يوجد الماء والكربون على الأرض بكميات كبيرة، والسيلكون مرتبط بالقشرة الصخرية للكوكب فالرمل، مثلا، سيلكون في أغلبه، وعليه فليس من الغريب عندئذ أن الحياة الأرضية مبنية على الكربون والماء. ومع ذلك، في العوالم الأخرى، أنواع العوالم البعيدة التي نجهز أنفسنا لنراها، ربما يوجد هناك رجل رملي يحدّق بنظره نحونا. وهذه العيون المبنية أساسا على السيلكون

قد تطورت بعيدا تماما عن المنطقة المعتدلة منطقة جولدي لوك.

فإذا وسعت الحياة ذات الأساس الرملي، أو حمض الكبريتيك من معايير البحث عن مواطن أخرى للسكن، فإنها تجعل أيضا عمل معهد SETI أكثر مشقة، وحتى الإتصال من المحتمل أن يكون شيئا ما لم نأخذ في اعتبارنا أنه ممكن. ولكن وتماما مثلما أن ذلك لم يوفِّق البحث عن مأوى للحياة في كواكب خارج المجموعة الشمسية فإنه أيضا لم يجعل SETI غير ذات فائدة.

لقد كانت هناك محاولات لفعل ذلك. وربما أشهرها تلك الملاحظة التي أبداها عالم الفيزياء الإيطالي إنريكو فيرمي سنة 1950 "أين كل الناس؟" والنقطة التي يثيرها فيرمي أنه، مع كل المحاولات الهائلة في الفضاء وكل الاحتمالات غير المحدودة لتطور حياة ذكية في الكون، لم يوجد أي مخلوق أو أي اتصال من الفضاء الخارجي. هناك عديد من الإجابات على مفارقة فيرمي، متضمنة اقتراحات بأن سكان الفضاء الخارجي ربما لا يودون زيارتنا أو الاتصال بنا، أو أنهم يعيشون بيننا بالفعل، أو أن أكثر التفسيرات ترمي إلى أننا في الواقع لا ننظر ولا نصغي، وإذا كنا نفعل ذلك، فإننا لسنا بالضرورة ندري ما نريد أن ننظر أو ننصت إليه.

إنها الحقيقة بكل تأكيد، أننا لا نعرف كيف تبدو الإشارة المؤكدة، وتبدو فكرة موريسون وكوكوني قادرة على الصمود في مواجهة النقد لكنها قد تكون بدائية، فإذا كانت الحضارة في العالم الخارجي متقدمة بما فيه الكفاية لتعطي إشارات استكشافية في الفضاء بشكل منتظم، فمن المرجح أنها ستكون أكثر تقدما عنا بشكل كبير، وقد يكون ما نعتقد أنه يمثل إشارة جيدة يكافئ بالنسبة لهم إشارات دخانية أو إعلام إشارة عفا عليها الزمان بشكل رهيب وغير ملائم.

وأقصى آمالنا أن يقوم أهل الفضاء الخارجي بالاتصال، مستخدمين شفرات رياضية، سلسلة من الأرقام الأولية أو أرقام تدل على Pi أو شفرة أخرى نعتقد أنها متداولة عالميا. لكن هناك خيارات أخرى. ويستخدم مشروع بجامعة هارفارد أطيافا تم تجميعها من تليسكوبات بصرية عن بصمة لشعاع ليزر "قادم بصورة دائمة من الفضاء العميق". ويبحث مشروع بيركلي عن نبضات صادرة من 2500 نجم في الجوار لضوء ليزر

ربما قد انبعث من حضارة بعيدة. تبحث معظم مشاريع SETI، بما في ذلك مجموعة تليسكوب ألين عندما تكون جاهزة وتعمل، تبحث عن إشارات الراديو المصنفة ضمن حزمة موريسون وكوكوني، على الرغم من أنها قد لا تحمل معلومات (على الأقل تلك التي نستطيع أن نحددها باستخدام الجيل الحالي من أجهزة القياس)، وقد تؤدي هذه الملاحظات المتكررة لمثل هذه الإشارة إلى دعم كاف لبناء تليسكوبات راديو يمكن أن تفك أي شفرة موجودة داخلها، أو هذا ما يأمله معهد SETI.

أين يترك كل ذلك إشارة الواو؟! موقف غير حاسم. وحقيقة أن الإشارة أتت من منطقة خالية من الفضاء وليست من مكان ما معروف يعتقد أنه مؤهل لتطوير حياة لسكان فضاء خارجي، والمقصود أن أقصى ما يمكن اقتراحه أن تلك الإشارة من سفينة فضاء لشخص أجنبي، ربما مشغل مميز موجه لحظيا وبطريق الخطأ في اتجاهنا كحضارة هاجرت عبر الكون، ولكن ذلك أننا هنا يهم في عالم الخيال العلمي.

والأمر المهم هو أن الموقع الإلكتروني لمعهد SETI بالنسبة لإشارة الواو! يستحضر أمرا شاذا آخر، "إنك لن تؤمن بالاندماج على البارد إلا إذا استطاع الباحثون تكراره في المعمل بجانب عمل المكتشفين، والشيء نفسه بالنسبة للإشارات من خارج الأرض: فهي مؤكدة فقط عندما نجدها أكثر من مرة واحدة". ونقترح بأنه لا يجب أن نأخذ الأمور كما هي لكن ابحث عن أمثلة أكثر.

هل نقوم بالبحث؟ لا في الواقع. فالبحث عن قاطنين في الفضاء الخارجي شأن المتحمسين بذلك فقط، وإذا اعتبرنا ما يقوله العلماء في خطر، فإن ذلك يجب أن يكون فضيحة، فإذا كانت إشارة الواو! فهي كما يبدو، شاذة كونية كلاسيكية: فلنتبعها، وعندئذ قد نغير مفهومنا عن الكون وعن مكاننا فيه بشكل راديكالي، وقد تكون على المستوى الكوبرنيكي ومع ذلك، فهي فعليا، مهملة.

وعلى الجانب المشرق، ما زال هناك أمل في الكشف عن طبيعة الحياة ومكاننا في تسلسلها الهرمي، وأنها أقرب كثيرا من موقعنا. وإذا كان مارتن ريس يملك حرية التصرف، وكان هناك راع معقول لمعهد SETI ربما يؤدي ذلك بنا لفحص أبعد الأماكن في الفضاء للبحث عن مفاتيح لألغاز الطبيعة الأساسية للحياة. لكن بدا وكأن هناك شاذًا

أرضيًا آخر يمكن أن يلقي ضوءًا أكثر على الموضوع. وهذا المخلوق – إذا كان من الممكن أن ندعوه بذلك –يصل الفجوة بين المادة الحية والمادة غير الحية بطريقة لم تر أبدا من قبل، ويصبح الأمر بعد تحليل شفرته الجينية بمثابة إعادة كتابة تاريخ الحياة على الأرض.

إن ذلك إنجاز أكبر لفيروس بسيط.

8

فيروس عملاق

إنها أعجوبة قد تعيد كتابة قصة الحياة

الأرواح البائسة هي المسئولة عن اجتذاب السياح إلى برادفورد، في يوركشاير. أولا هناك الطواحين الداكنة الشيطانية من ماضي المدينة الصناعي. ثم هناك حقيقة السمعة السيئة القديمة لسفاح يوركشاير قاتل العاهرات الذي عاش هناك. وقد ولدت الشقيقتان برونتي وعاشتا جزءًا من حياتهما في الجوار، إلا أن حياتهما كانت بالكاد طويلة أو سعيدة. فقد ماتت إيميلي متأثرة بمرض السل وهي في الثلاثين من عمرها في العام الذي تلا نشر "مرتفعات وذرينج". أما شارلوت، التي أبدعت "جين إير" فقد توفيت في التاسعة والثلاثين وهي في بداية الحمل. واليوم تشتهر المدينة، على الأقل في المملكة المتحدة، كموقع الاضطرابات العرقية العنيفة التي وقعت في صيف 2001.

ثم هناك ما يمكن أن يصبح أهم مساهمات المدينة في العلم. ففي 1992 تم تكليف الميكروبيولوجي تيموثي روبوثام من دائرة المعمل الصحي العام بالمملكة المتحدة بإيجاد جذور اندلاع الالتهاب الرئوي الكريه في برادفورد. وقد قادته أعماله البوليسية لأخذ عينات من المياه من قاعدة برج التبريد في أحد المستشفيات. وعندما عاد بهذه العينات إلى المعمل، وجد أنها تحتوي على أميبا. لم يكن ذلك مستغربًا في حد ذاته، لكن بدا أن الأميبا مصابة بميكروب ما لم يستطع تحديده، وقد أطلق عليه روبوثام "برادفورد كوكاس"، ربما في واحد من أقل النعوت الفاتنة التي أعطيت لميكروب من قبل. لم يعر روبوثام الأمر

اهتماما. فقد كانت لديه أمور أخرى ليهتم بها، فوضع الميكروب غير المعروف في جهاز التبريد الشديد وواصل عمله بعد ذلك.

وبعد أحد عشر عاما سمعنا أن روبوثام قد اكتشف فيروسا مهولا. وإلى حد علمنا إنه أكبر فيروس معروف في العلم، وهو ضخم يصل حجمه إلى ثلاثين ضعف فيروسات الأنف التي تتسبب في نزلات البرد الشائعة. وقد وجد أنه مذهل حيث يصعب قتله. من الممكن تحطيم وقتل معظم الفيروسات في درجات الحرارة العالية أو في المحاليل القلوية القوية، أو بتحطيمها إلى أجزاء بواسطة الموجات الصوتية، لكن ليس هذا الفيروس. لم يكن ذلك هو الذي جعل العلماء ينتبهون ويدونون ملاحظاتهم. و لم يكن أعظم تأثير لهذا الفيروس العملاق هو على أنظمة الرعاية الصحية لكوكب الأرض. ولكن سيكون أعظم تأثير له على تاريخ الحياة على الأرض.

و لم نسمع بالفيروسات إلا منذ نحو مائة عام فقبل نهاية القرن التاسع عشر، تم إرسال ديمتري إيفانوفسكي، عالم البيولوجيا الروسي، ليكتشف ما الذي يفسد محصول التبغ في القرم. ومهما كان ذلك فإنه كان يمر من خلال المرشحات البورسلين التي كان يستخدمها فنيو المعمل لترشيح البكتيريا. نشر إيفانوفسكي في 1892 بحثا يصف فيه النوع الصغير من الممرضات الذي اكتشفه. وفي النهاية أطلق الميكروبيولوجي الهولندي مارتينوس بيجيرينك الاسم المناسب على هذا الممرض في 1898 فيروس – كلمة لاتينية تعني سائل أو سم لزج.

ومع أن طريقة الفيروس تم تمهيده بواسطة أوربيين، إلا أن الذي حصل على الاعتراف كان أمريكيا. فقد فاز ويندل ميريديث ستانلي في 1946 بجائزة نوبل بعد عزله لفيروس موزايكو التبغ. ومن المثير أن نوبل التي حصل عليها ستانلي كانت في الكيمياء. ومع أن الفيروسات تؤثر في الأنظمة الحية، إلا أنه كان ينظر إليها دائما تقريبًا على أنها كيميائية وليست بيولوجية. وفي الحقيقة، ينظر إليها على أنها آلات عنيفة وحشية وضارة وشديدة، وهي عاكفة على التكاثر لكنها عاجزة عن إتمام ذلك بنفسها. فالفيروسات لا يمكنها الوجود دون عائل حي ليصنع لها البروتينات والطاقة. وهي بذلك تشبه الآلات اللا أخلاقية المتوحشة في فيلم "الفاصل: Terminator" وهي ليست جزءا من شبكة الحياة.

إلا أن هناك مشكلة واحدة في هذه النظرة التقليدية، وهي قابعة في جهاز التبريد في مارسيليا. مارسيليا، أقدم مدن فرنسا، هي اليوم مركز لأبحاث الأمراض. وقد نشأت هذه الخبرة على الأرجح لأن المدينة عندما تأسست بواسطة الفينيقيين فى600 ق. م.، وفتحت ميناؤها الطريق على البحر المتوسط، وشمال أفريقيا، غرب الإنديز، كما فتح كذلك طريقا للطاعون: فقد وصلت أول حالة من الطاعون الدبلي إلى مارسيليا في سنة 543.

والطاعون مثال آخر على المقدرات الدقيقة المشحذة للكائنات الدقيقة. فبكتيريا الطاعون أثناء وجودها في البرغوث العائل تتكاثر وتتضاعف وتسد المدخل إلى معدته. ولا يتمكن البرغوث بذلك أن يشبع، بصرف النظر عن كمية الدم التي يمتصها من عائله الخاص – وهو عادة من القوارض – وبذا يبدأ في التغذية بجنون. يصل الدم إلى سدة البكتيريا ثم يتم تقيؤه، وهو مزود بالبكتيريا التي ستصيب الشيء التالي الذي يعضه البرغوث. وتستمر الحال كذلك، وتستمر وتستمر.

وفي عام 1346 جلبت سفينة قادمة من الشرق الأوسط الطاعون مرة أخرى إلى مارسيليا، والذي قضى في أوربا على 25 مليون نسمة. وذاكرتنا قصيرة، ومع ذلك، فإن ما يحركنا أكثر هو الجشع وليست الفطرة السليمة. فعندما وصلت سفينة عام 1720 إلى مارسيليا وعلى ظهرها عدة حالات معروفة من الطاعون، قامت سلطات الميناء بوضعها تحت الحجر الصحي، لكن تجار المدينة أرادوا الاتجار في حمولتهما من الحرير دون إبطاء. ومارسوا ضغطا على السلطات، فقامت الأخيرة برفع الحجر الصحي عن السفينة. وبدأ طاعون مارسيليا الأعظم. وفي غضون سنتين قضى خمسون ألفا من السكان نحبهم في المدينة، أكثر من نصف سكانها. وقد توفي أكثر من خمسين ألفا آخرين في المناطق الشمالية حول المدينة. لاعجب إذن أن يكون الباحثون في الأمراض في كلية الطب بجامعة مارسيليا للبحر المتوسط، من ضمن الأرقى في العالم.

رئيس الجامعة هو ديدير راؤول. ويتضمن تاريخ حياته قائمة بأشياء قد يسعدك أن يسمع بها الآخرون عنه: فعنده درجات علمية في كل من علم البكتيريا، وعلم الفيروسات، وعلم الطفيليات. وقد قام بكشط الأسنان من ضحايا الطاعون في بداية الألفية، وعندما كان بقيتنا يخططون لحفل رأس السنة الجديدة، كان هو يلتقط دنا DNA

من أسنان الهياكل العظمية المستخرجة من القرن الرابع عشر من أجل اختبار ما إذا كانوا قد قتلوا بواسطة بكتيريا الطاعون أو بالفيروس المميت الشبيه بالإيبولا. وراؤول شديد الولع حول الممرضات. وهكذا عندما اقترح تيموثي روبوثام أن يرسل إليه البكتيريا المجففة بالتجمد، والتي لم تخضع لكل محاولات تقسيمها (تحديدها)، كانت إجابته بالطبع نعم. و لم يكن في مقدوره أن يعرف في أي مستنقع كان يخطو.

أولا فُحصت العينة تحت الميكروسكوب. وكان روبوثام على صواب، لقد كان يشبه البكتيريا بكل تأكيد. وبعد ذلك نجحت تجربة صبغة جرام القياسية للبكتيريا. وهي سلسلة من الصبغات الكيميائية تطبق على العينة التي يشك أن بها بكتيريا. وهي دائما تعطي لونا أرجوانيا مع البكتيريا ولونا ورديا مع الأشياء الأخرى. أعطت عينة راؤول لونا أرجوانيا كما اتضح.

كان ذلك هو السبب في أن العالم البكتيريولوجي برنارد لاسكولا من مجموعة راؤول، بدأ الخطوة التالية لتقسيم أي نوع من البكتيريا بالضبط هي تلك التي يتعاملون معها. تتضمن تلك الخطوة روتينا عياريا للتحقق من جزيء اسمه ريبوزومال رنا RNA، والذي يساعد البكتيريا في صناعة البروتينات. ولسوء الحظ لم تحتو العينة على الجزيء موضع البحث (ريبوزومال رنا). وبعد تقريبا ثلاثين عملية بحث فيما بعد لم يعثر لاسكولا على هذا الجزيء. وبذلك كشف عن ميكروسكوبه الإلكتروني – أقوى ألف مرة من الميكروسكوب الضوئي العياري – ليلقي نظرة عن قرب. وكان ذلك عندما واجه العملاق.

وفي الحقيقة لم تكن البكتيريا بكتيريا. لقد كانت فيروسًا عملاقًا. وقد أطلق عليه الفريق "ميمي"، وعندما أعلنوا عن اكتشافهم في مجلة ساينس في مارس 2003، قال الفريق إنهم اختاروا الاسم لأنه محاكاة (mimic) قريبة تحاكي البكتيريا. "أقر راؤول بعد ذلك أن الاسم ليس به إلا القليل من الناحية الإكلينيكية، ومع ذلك: فقد دأب والده على صياغة الحكايات حول أميبا اسمها ميمي. وحيث إن الفيروس العملاق قد اكتشف أول مرة داخل أميبا، فقد بدا الأمر مناسبا بشكل لطيف لراؤول". لم يشغل الإعلان عن الفيروس أكثر من صفحة واحدة، وقد جاء به ببساطة أن الباحثين الفرنسيين قد وجدوا أكبر مثال "الفيروس نيكليوسايتوبلازمي DNA الكبير" nucleocytoplasmic (NCLDV).

يصنف البيولوجيون الفيروسات عدة تصنيفات. بل يوجد حتى لجنة دولية لتقسيم الفيروسات، تأخذ في حسبانها الخواص الفيروسية من أجل وضع أي فيروس في المجموعة المناسبة. وتأخذ اللجنة في اعتبارها قضايا مثل نوع الحمض النووي (رنا RNA أو دنا DNA)، وطراز العائل، وشكل قفص الغلاف الذي يضم الجينوم، وهكذا. وتملك فيروسات دنا DNA - القوباء (مرض جلدي) والجدري والحماق النظامي، والفيروس الذي يسبب جدري الماء والقوباء المنطقية -جينوما يتكون من دنا DNA ويبين تقسيم NCLDV أنه الأكبر في هذه المجموعة، وأن فيروس مارسيليا العملاق هو أكبرها جميعًا. تخيل نفسك واقفًا بجوار رجل ارتفاعه مثل ارتفاع مبنى من اثني عشر طابقا. هذا ما يمثله هذا الغريب بالنسبة لمعظم الفيروسات الأخرى.

كان المنظر الذي رآه برنارد لا سكولا في الميكروسكوب الإلكتروني يبين ميمي - مثل كل الفيروسات - يشبه نوعًا من البلورات. ولا يبدو فضفاضا مثل خلية ما أو بكتيريا، ولكنه يشبه شيئا تم تنظيم بنيته وفقا لمبادئ معمارية متقنة. كانت رأسه ذات عشرين وجها مثل حجر كريم تم تقطيعه بإتقان. كان يبدو مرتبًا جيدًا ومنتظمًا.

وهو كذلك ليس مثل الفيروسات الأخرى، فالجينوم الخاص به نموذجي في ضبط النفس. وحيث تملك معظم الفيروسات رأسا مليئا بـ"الخردة" دنا DNA، التي يبدو أنها بلا هدف، فإن معظم جينات الفيروسات الميمية تقوم بتشفير للتعليمات والأدوات اللازمة لصنع البروتينات. وينتهك ذلك المبادئ (العقيدة) البيولوجية على الفور، فمن المفترض أن تدع الفيروسات عائلها يصنع لها البروتينات. وبعض أدوات صنع البروتين في الفيروس الميمي يماثل تماما ما نجده في جميع الأشياء التي ندعوها "حية". وهناك جينات كذلك لإصلاح دنا DNA وفك تشابكاته، وأخرى لأيض السكّريات، وثالثة لطي البروتينات، وهي خطوة أساسية في تصميم الحياة. وقد وجد الباحثون من مارسيليا أن الفيروس الميمي، بكل فخر، هو المالك للعدد الكلي الكبير 1262 جينًا. (الفيروس النموذجي له نحو 100جين، لكنه لا يستخدم إلا 10 منها فقط) و لم يحدث أن رأى العلماء حتى ولو نصف هذا العدد، وهو الأمر الذي أثار حماسة الباحثين من مارسيليا. لقد كان ما رأوه من قبل، مع ذلك، هو الذي تسبب في هذا الضجيج. وحتى نفهم السبب، علينا أن نرجع إلى عام 1758، عندما نشر العالم الطبيعي السويدي كارل لينوس، الطبعة العاشرة من كتابه الثوري: النظام الطبيعي (Systema natura).

لم يتناول كتاب لينوس المنظومة البسيطة غير المستنيرة في أيامه لتقسيم وتسمية مجموعات الكائنات البيولوجية، وبدلا من ذلك، قام لينوس بتجميع الكائنات تبعا لخواصها الحسية المشتركة. وقد مهد الطريق بدرجة كبيرة لتشارلز داروين، قامت نظرية التطور لداروين بواسطة الانتقاء الطبيعي باختبار السبب وراء مشاركة كائنات مختلفة في خواص حسية معينة، وتوصل إلى استنتاج أن الأشياء كانت تشبه بعضها بعضا ومن المرجح أنها مرتبطة ببعضها بشكل أو بآخر. وفجأة أصبح لدينا مفهوم شجرة الحياة، ويمكننا أن نبدأ في تتبع أسلافنا.

وبدلا من الأسماء المنفردة (غالبا طويلة جدا) التي كانت تعطى لكل شيء، كان لينوس يمنحها اسمين قصيرين، الأول الجنس: genus، هومو، مثلا. والاسم الثاني كان النوع: Species، أو التقسيم الذي يفضل أعضاء الحبس سابينس: Sapiens (العاقل) مثلا، إريكتاس: erectus (المنتصب). وكان ذلك نظاما دقيقا، وما زال الأفضل من ناحية البيولوجيا. وعلى الرغم من أن معظمنا مألوف لديه الذئب الرمادي أكثر من كانيس لوبوس (Lupus canis)، فإن منظومة لينوس تقدم الأسماء الشائعة: تيرانا سوراس ريكس، مثلا، أو إيسشيريتشيا (المعروفة أفضل E) كولي.

جاءت ثورة التقسيم التالية في سبعينيات القرن العشرين، عندما نظر كارل ووس إلى ما وراء الخواص الحسية. استخدم ووس التكنولوجيا البازغة لتقطيع الجينات ليسمح بتجميع المجموعات التي تتشارك في الصفات الخاصة بالجينومات في الأنواع المختلفة، وبعمل ذلك يكون قد تجرأ على شجرة الحياة وأعاد رسمها.

في بداية ذلك العقد، كان من المعتقد أن الحياة تتشكل من منافسين اثنين. كان هناك يوكاريوت، حقيقيات النواة، وهي الكائنات المتقدمة مثل الحيوانات والنباتات التي لها خلايا كبيرة معقدة تحتوي على نواة تحمل المعلومات الوراثية. أما الفرع الآخر فقد كان الأبسط، وهو بروكاريوت بدائي النواة، مثل البكتيريا، التي ليست لخلاياها نواة.

وفي 1977، مع ذلك، نشر ووس بحثا اقترح فيه أن بدائيات النواة لابد أن تنقسم، فقد كان يقوم بتقطيع وتسلسل جينومات مختلف الكائنات الدقيقة، عندما وجد أن شيئا ما لا مكان له. وهي مجموعة من الميكروبات تدعى العتيقة: آركايا، وجد أنها تختلف جينيا عن البكتيريا، في الحقيقة كانت تلك جينيا أكثر شبها بحقيقيات النواة.

كانت الآركايا العتيقة التي تميزت بالعيش في درجات الحرارة المرتفعة أو كانت تطلق الميثان، كانت تبدو وكأنها مماثلة للبكتيريا، كما قال ووس، لكن علماء الجينات قالوا إنها تمثل مسارا مختلفا تماما في التطور. وهكذا أصبحت هناك ثلاث ممالك، وليس مملكتان. ونحن نعلم الآن أن كائنات الآركايا - العتيقة تشكل نسبة هائلة من الكتلة الحية للكوكب، في أحد التقديرات تصل إلى 20 بالمائة. وبصمة هذه الكائنات يبدو أنها الموطن غير المضياف. فالملحاء (هالوبكتيريا) مثلا، تزدهر في المياه المالحة (من هنا اسمها). وكائنات أخرى تعيش في أمعاء الأبقار، وفي العيون الكبريتية الساخنة، وفي الخنادق العميقة في المحيطات، وتتغذى على العروق السوداء المدخنة، وفي مستودعات البترول، وتطول القائمة.

كانت لهجة البحث الذي نشره ووس بمشاركة من زميل من جامعة إلينوي اسمه جورج فوكس، غاضبة. وكان بمثابة نداء للاستيقاظ موجه لعلماء البيولوجيا، وكان يتحدث عن مسار شجرة الحياة الذي "تمت إعاقته" بواسطة وجهة النظر السائدة عالميا للعلماء ضيقي الأفق. كانت تخرج من البحث كلمات مثل "حكم مسبق"، و"من دون دليل"، و "مسلم به". وقد تحدثا عن ولع علماء البيولوجيا بالتبسيط في الثنائيات: النبات في مواجهة الحيوان، حقيقية النواة (يوكاريوت) في مواجهة بدائية النواة (بروكاريوت). إلا أن عالم البيولوجيا ليس ثنائيا -يوكاريوت - كما أعلن الباحثان. "وهو (على الأقل) ثلاثي".

بشر البحث بشدة بأن عصر الآركايا العتيقة يمتد بالتوازي مع البكتيريا وحقيقيات النواة، تماما مثلي ومثلك. وأن الكلمة الصغيرة بين قوسين (على الأقل) تترك الباب مفتوحا من أجل المزيد، فربما هناك أربعة فروع، وليس ثلاثة، لتدخل الفيروسات الميمية إذا تجرأت على ذلك.

على الرغم من دعوات ووس للانفتاح الذهني على المستقبل، لم تلق الفيروسات الميمية ترحيبا لائقا بأذرع مفتوحة. فالفيروس الذي يهدد بإعادة رسم المشهد البيولوجي مرة أخرى لم يكن ينتظره طريق سهل. وحتى الآن لم يجد هذا الطريق السهل. فما زال المحكمون مختلفين حول ما إذا كان عليهم تقبل الفيروس الميمي كشكل من أشكال الحياة. وتبدو هذه الحيطة غير عادية عندما يكون الفيروس الميمي جينيا أكثر تعقيدا من

بعض البكتيريا والتي تعتبر جمعيها أحياء. لماذا علينا الترحيب بالفيروس الميمي كعضو في نادي الحياة؟ ويبدو أن الإجابة الوحيدة هي "لأنه فيروس". وتقول التعقيدات التقليدية الأرثوذكسية إن الفيروسات من الطفيليات. الأمر الذي يعني منطقيا، أنها لا يمكن أن تكون قد وجدت إلا بعد وجود أشكال أخرى من الحياة.

المنطق شيء مزعج وهو عادة يعتمد على افتراضات متقنة. فماذا لو لم تكن الفيروسات دائما متطفلة؟ ماذا لو أنها قد تطورت قبل أن تنقسم الحياة إلى حقيقيات النواة والبكتيريا والعتيقة (آركايا)، ولكنها بعد ذلك فقدت بعض استقلاليتها؟ وفي هذه الحالة يكون لها كل الحق أن تدعى حية – ولابد أنها تقدم قرائن، بأعداد مثل القرائن التي تقدمها المجموعات الثلاث الأخرى، حول السلف المشترك العالمي السابق Last Universal Common Ancestor (LUCA)، وحيث إن LUCA هي الكأس المقدسة للبيولوجيا، فلا يجوز إهمال هذه الإمكانية، وليس هذا الزعم بلا أساس، ونحو نصف جينات الفيروسات الميمية ليست معروفة للعلم، ولا يملك أي شخص قرينة على ما تشفره تلك الجينات، وباعتبار أعداد الجينومات التي تمت سلسلتها وتقطيعها، وأعداد الجينات التي رأيناها، فإن ذلك بالأحرى أمر مدهش. إلا إذا كانت الفيروسات الميمية في الواقع من عصر آخر. وهكذا، ربما في عصور غابرة لم تكن الفيروسات الميمية فيروسات على الإطلاق، بل كانت كائنات مستقلة تعيش بحرية ثم واجهت أياما صعبة فيما بعد جعلتها تلجأ للقرصنة. والـ 450 جينا التي لم تر حتى اليوم هي مجرد لمحة في هذا الاتجاه، فهي قد تكون آثارا من الماضي البعيد. لكن الجينات السبعة التي تتشارك فيها مع كل شيء حي هي التي تقدم القرينة الأكبر حيرة.

قم بتسلسل وتقطيع جينومك، وسنجد كل الأشياء المثيرة فيه، لكن ضمن الجينات التي تجعل منك ما أنت عليه، ستجد كذلك ما يقرب من ستين جينا – جوهر الجينوم العالمي – الذي يربط بينك وبين كل الحياة على الأرض. وهناك نسخ من تلك الجينات داخل كل خلية بيولوجية على ظهر الكوكب، وهي النسخ التي تكتب الكتاب المرجعي لتاريخ الحياة على الأرض.

ونحن نعرف ذلك لأن الجينات، التي هي ترتيبات لجزيئات الأحماض تتناثر بها

الأخطاء: المواقع التي ترتبط فيها الأحماض بترتيب خاطئ، أو أن يكون هناك شيء ما مفقود بالمرة. ويحدث ذلك من حين لآخر أثناء تصميم نسخة جديدة، وحمض دنا DNA بارع في إعادة تكرار نفسه، إلا أنه ليس دائما منضبطا تماما. كما أن الإشعاع يمكن أن يتسبب في الطفرات. ومهما كان السبب، فإن النتيجة تكون من حين لآخر مأساوية، وفي معظم الحالات، يتمكن الكائن من النجاة بدون أي مشاكل. تمرر تلك الطفرات بعد ذلك إلى الأجيال لتصبح من الخواص الوراثية. تماما كما هو من الممكن استخدام سمات فيزيائية معينة – مثل أنف بارز كالمنقار – لتحديد من على قرابة بمن في الأفراح، يمكن للعلماء استخدام الطفرات الجينية لإيجاد العلاقات العائلية في مجموعة من الكائنات. فإذا كان لاثنين منهم الطفرات نفسها في جوهر (لب) الجينات، فسيكون لهم سلف مشترك. وبمقارنة كل الطفرات المتنوعة، في استطاعتنا وضع الكائنات على شجرة التطور.

وحيث إن الفيروس الميمي يمتلك سبعة من تلك الجينات، استطاع جين، ميشيل كلافيرى، باحث آخر من مارسليا، مقارنة طفراته بالطفرات المعروفة في بقية العالم الحي، واكتشف مكانه على الشجرة. وكان ذلك اكتشافًا مروِّعًا.

وفي البحث الذي نشره الفريق سنة 2003 في مجلة ساينس، بينوا أن تحليل بروتينات الفيروس العملاق قد وضع الفيروس الميمي كفرع يبدأ عميقًا في شجرة تقسيم فيروسات (NCLDV) وتركه الأمر عندئذ. وبعد أقل من سنتين، قاموا بنشر المتابعة مرة أخرى في مجلة ساينس، وفي هذه المرة أطلقوا كل أسلحتهم. كانت مقالة 2003 تقع في صفحة واحدة فقط، أما مقالة نوفمبر 2004 فكانت في حجم سبع صفحات، لقد أثبت الفيروس الميمي أنه منجم ذهب. وقد كتب الباحثون يقولون إن درجة تعقيد الجينوم الخاص به تعني أن الفيروس الميمي "يتحدى بشدة رؤيتنا للفيروسات". وقد زودوا حجتهم بالإشارة إلى البحث المنشور في 1998، والذي اقترح أن خط فيروسات DNA ربما قد بزغ قبل انشطار الحياة إلى العوالم الثلاثة المتسيدة. وتبتغي الآن إعادة رسم شجرة الحياة.

ووفقًا لكلافيري، تشغل الفيروسات الميمية فرعًا جديدًا كلية، ينشأ قريبا من قاعدة الشجرة. وتقترح طفراته أنه قد تطور قبل حقيقيات النواة (يوكاريوت) بخلاياها

المعقدة، وهي الخلايا التي يصيبها الآن هذا الفيروس. والتناقض الأكبر من كل ذلك، هو أن الفيروس الميمي ربما يكون مسئولا مسئولية مباشرة عن تطور الخلايا المبنية والمرتبة جيدًا، والتي جعلت منا ما نحن عليه.

وبلغة البيولوجيا، فإننا نحن حقيقو النواة (يوكاريوت) مثيرون للإعجاب. فلخلايانا بنية معقدة، فعلى طول خط التطور تحولت الخلايا الأساسية التي كانت تشكل فوضى ضارة إلى شيء له تقسيمات محددة ونواة تحتفظ بكل معلوماتنا الجينية (الوراثية) في حزمة مرتبة. والموضوع هو أنه لا أحد يعرف كيف تزودت أول خلية بالتحديد غير العادي الذي هو النواة.

لقد كان فرانس بوير، البيولوجي الفنان المشهور(رسميا: "رسام النباتات في بلاط صاحب الجلالة")، هو الذي وصف النواة أول مرة في 1802. لكن في 1831 كان روبرت براون، الإسكتلندي الذي لاحظ الحركة البراونية أول مرة، هو الذي منحها الاسم الذي لصق بها. ومنذ ذلك الوقت، كان علماء البيولوجيا يقرون بروعة نواة الخلية، بتعقيداتها في بنيتها التي لا تماثل إلا تعقيدات المهام التي تقوم بها. والآليات التي يتكاثر بها دنا DNA، والتي تخلق الحياه الخلوية بمهارة بارعة وسهولة هي موضع حسد كل علماء البيولوجيا الاصطناعية.

وهناك القليل من الأفكار لدى علماء البيولوجيا حول الكيفية التي تطور بها مثل هذا الشيء الجميل. وأحد الاحتمالات المعقولة هي أن اندماجا بين بكتيريا وآركايا عتيقة – قد أدى إلى تكوين نواة، فكائن عتيق تم اصطياده داخل بكتيريا يقوم بتلك المهمة. حسنا، فيما عدا أن لدينا الدليل على أن خلايا تحتوي على ما يشبه النواة قد تطورت قبل البكتيريا والآركايا (العتيقة).

وهناك خيارات أخرى متنوعة، يستطيع علماء البيولوجيا أن يلتقوا ويناقشوها إلى ما لا نهاية. ويبدو من الأمر أنهم غير قادرين على اتخاذ قرار بأي هذه الخيارات هو الصحيح. وأحد الأمور القليلة التي يستطيعون تقريرها، هي تلك التي ضمن كل الخيارات، أبعدهم إصابة للهدف، إنها تلك الفكرة بعيدة المنال التي يسمح بها في الملتقيات إذا كانت تحمل علاقة "متناقضة". فما هي تلك الفكرة، إنها الفيروس بالطبع.

وبطل فكرة الفيروس كمنشأ للنواة هو الميكروبيولوجي من سيدني فيليب بيل. ففي 2001 جاء بيل بفرضية غريبة مفاجئة. فماذا لو أن فيروسا أصاب إحدى خلايا بروكاريوت ضامر غير مرتب، ثم قام بعمل شيء غير متوقع، ماذا لو أنه بدلا من استخدام الآلة الجزيئية للخلية ليكاثر ويضاعف من نفسه ثم يغادر، قام بالاستيلاء على مقاليد الأمور ومحور الشر الجديد ذلك، شيء ما بين البكتيريا والفيروس، قد يكون له من المقدرات ما ليس لأي شيء آخر. وهكذا، وبمدلول التطور، ربما كان له مستقبل واعد. وقد يكون قادرا على ابتلاع كائنات أخرى قد تصلح، ككيميائيات بسيطة كغذاء. وبمجرد ابتلاعها، يستولي جهاز الفيروس بالضبط على ما يحتاجه منها.

وهناك دليل ظرفي على أن الفيروس – وتحديدا فيروس دنا DNA، كما يعتقد بيل– ربما كان هو أول نواة. فكلاهما دنا DNA معبأة في الظروف أو غطاء من البروتين. وفي بعض الكائنات البسيطة نسبيا، مثل الطحالب الحمراء، تستطيع النواة أن تنتقل بين الخلايا بطريقة يبدو أنها تعكس العدوى بالفيروس. والاثنان يعبآن دنا DNA في كروموسومات خطية، بينما كروموسومات البكتيريا حلقية. وتملك جدائل دنا DNA شكلا بدائيا من التيلوميرات، وهي مناطق محايدة واقية على أطراف الكروموسومات، هي تلك الموجودة في كووموسومات اليوكاريوت. (ويعتقد أن فقدها مرتبط بالتقدم في العمر، وتقدم ارتباطا بين الفيروسات والسلوك الغريب للموت، والذي سوف نعرض له في الفصل القادم).

وهناك تماثلات أكثر من ذلك، لكن ليس أي واحد منها دليلا قاطعا. ومع ذلك، كرر بيل باستمرار أن فيروس دنا DNA الذي يصيب آركايا عتيقة بدائية قد تؤدي إلى شيء شبيه بنواة بدائيات النواة يوكاريوت. والعيب الوحيد في هذه الحجة كان دائما أن الفيروسات ليست كبيرة، وهي من الصغر وعدم التعقيد بدرجة كبيرة. ونحن نعلم أن أنوية الخلايا معقدة ومثيرة للإعجاب، فكيف لفيروس أن ينتج شيئا مثل ذلك؟

وعلى مدى عشر سنوات، بحث بيل عن فيروس يرقى لمهمة أن يكون نواة. ومع اكتشاف الفيروس الميمي، ظن أنه قد وجده، ويقول بيل إن الحلقة المفقودة هي الفيروس الميمي. إلا أنها ما زالت وجهة نظر محل جدل كبير مع ذلك، لأن الفيروسات لم تقع في التيار العام للفكر التطوري. فهي لم تكن تعتبر حية أبدا، وبذا كيف لها أن تكون جزءًا

من تاريخ الحياة، فرغم كل شيء، تحتاج الفيروسات لشيء ما يستضيفها أو يحملها على ظهره. وهي مجرد تكراريات، حقائب من الكيماويات هدفها الوحيد هو تكرار نفسها. وهكذا يستمر الجدل. وفي هذه اللحظة، وبالنسبة لمعظم البيولوجيين، تظل الفيروسات الميمية شواذا ليس أكثر.

ومع ذلك، يصر عدد قليل من علماء البيولوجيا على أن زملاءهم في حالة إنكار. ويرى لويس فيلاريل مدير مركز بحوث إرفين للفيروسات في جامعة كاليفورنيا، يرى الفيروسات على أنها "المصدر الرائد للتجديد الجيني"، ويعتقد أنها، أي الفيروسات، هي على الأرجح أصل الحياة على الأرض. ويشير أن معظم الجينوم البشري فيروس في أصله، وبذا ليس الأمر صعبا أن نتخيل (Last Universal Common Ancestor LUCA) أصلنا المشترك كان نوعا من الفيروسات.

لقد قدم اكتشاف الفيروس الميمي، بكل خواصه اللا فيروسية غير المتوقعة، قدم تعزيزا لوجهة نظر فيلاريل، فقط ونحن لم نخدش سوى السطح؟ وهناك على الأرجح وفرة من فيروسات أكبر. وفي السنوات القليلة الماضية قام جريج فينتر، رائد الجينوم البشري، برحلة إلى الماضي حيث جذور الحياة، مبحرا عبر محيطات كوكب الأرض، ملتقطا عينة كل مائتي ميل، ثم مسلسلا ومقطعا دنا DNA في الدلو. والدوران حول الكوكب في قارب طوله مائة قدم واسمه الساحر (Sorceres)، طريقة غريبة في عالم البيولوجيا، فقد أسفرت عن نتائج مناسبة ومذهلة. وقد وجد فريق فينتر في بحر سارجاسو في برمودا أكثر من ألف وثمانمائة نوع جديد وأكثر من 1,2 مليون جين جديد، وحتى الآن قدمت الرحلة زيادة عشرة أضعاف في عدد الجينات المعروفة. وكانت عبوة كل دلو من مياه البحر إذا أطلقت على عبوة مائتي لتر كلمة دلو تحتوي على ملايين الفيروسات التي لم يرها إنسان من قبل.

وكما لمحنا من قبل بالفعل، تذهب أهمية السيطرة على الفيروسات، بدلا من إهمالها، أبعد من مجرد فهم شجرة الحياة. والفيروسات عموما، والفيروسات الميمية بالتحديد، قد تكون محتفظة بمفتاح إطالة العمر، المفتاح الذي يبدو أنه متجذر في مقدرتها على إصابة واغتصاب آلية الخلية.

وبعد أن تم التعرف على الفيروس الميمي لأول مرة في معمل مارسيليا، أجرى

الباحثون اختبارات متنوعة لتحديد أنواع الكائنات التي قد يصيبها الفيروس الميمي. وقد استبعدوا البشر. وكانوا على خطأ، كما اتضح. ففي الحقيقة، من المرجح أن نسبة كبيرة منا تملك أجساما مضادة للفيروسات الميمية في منظوماتنا المناعية. وعندما فحص فريق بحث في كندا بضع مئات من مرضى الالتهاب الرئوي وجدوا أن نحو 10 بالمائة منهم يملكون أجسامًا مضادة للفيروس، الفيروس الميمي – أو شيء ما شبيه به – اعتاد بالتأكيد على إصابة البشر. ونحن نعرف بالفعل أن الكثير من حالات الالتهاب الرئوي بين البشر ترجع إلى ميكروبات غير معروفة أو غير محددة، وقد بينت دراسة في فرنسا أن حقن فأر بالفيروس الميمي قد نتج عنه شيء يشبه الالتهاب الرئوي. وقد جاءت الإجابة النهائية عندما سقط أحد الفنيين في معمل مارسيليا مصابا بنوبة واضحة من الالتهاب الرئوي في ديسمبر 2004. وقد تم فحص دمه مما أظهر أنه قد أصيب بفيروس ميمي. ويعمل معمل مارسيليا الآن بمستوى أعلى قليلا من إجراءات الأمان، والتي تعرف باسم مستوى الأمان البيولوجي.

والإصابة بالفيروسات ينظر إليها عالميا على أنها مشكلة. ومع ذلك، هناك حالات يكون فيها الفيروس منقذا للحياة. في 1988 أعلن باتريك لي، الذي كان عندئذ أستاذا بكلية الطب بجامعة كالجاري، أعلن في مجلة ساينس أن الفيروس الذي بلا خطورة نسبية على البشر في إمكانه قتل الخلايا السرطانية. ويسمى هذا الفيروس ريوفيروس، ويبدو أنه ينجذب إلى الخلايا التي تظهر شذوذا في الجينات المنظمة للنمو الخلوي – المسماة راس Ras. وحيث إن معظم الخلايا السرطانية لها جينات راس مطفرة، يبدو أنه من المعقول أن ذلك آلية لمحاربة السرطان دون تدمير للخلايا العادية.

وتجري حاليا اختبارات إكلينكية على الريوفيروسات. وتضم القائمة المذهلة للخلايا السرطانية التي ستقتلها هذه الفيروسات سرطان الثدي، وسرطان البروستاتا، وسرطان الجلد، لكن قوتها لم تثبت نهائيا بعد، وتابع لي ورفاقه العمل بجدية لتحديد العمليات البيولوجية بالضبط المتضمنة في فعل ورد فعل الفيروس. أما الشيء المثير، فهو المحاربة العريضة للسرطان، محاولة فهم القضايا نفسها بالضبط التي أصبحت مرتبطة عن قرب بمحاربة التقدم في العمر – ويستدعي ذلك منا بدوره، إعادة تقييم لفهمنا كيف تعمل الخلايا اليوكاريوت (حقيقة النواة). ولا تشيخ البروكاريوت (بدائيات النواة)، ولذا فإن

الباحثين يقودون اليوم دراسة لتفاصيل الفروق بين اليوكاريوت والبروكاريوت – مما يعني إعادة زيارة العصر الذي بدأت عنده شجرة الحياة في التشعب. وحيث إن الفيروسات مثل الفيروسات الميمية متضمنة الآن بشدة في الجدال الدائر حول ذلك العصر، فمن الممكن أن يكون للفيروسات الميمية مغزى أعمق مما كان يتصور أي إنسان. ويرتبط أصل التقدم في العمر والموت ببزوغ اليوكاريوت (حقيقيات النواة). وكذلك الفيروسات الميمية، وخصوصًا إذا كانت في الحقيقة، كما يعتقد الآن أعداد متنامية من الباحثين، هي أصل نواة الخلايا، وهي التسمية المميزة لخلايا اليوكاريوت. فإذا كانت هناك إمكانية أن تصيب الفيروسات انتقائيا الخلايا السرطانية وتقتلها، كما تظهر اكتشافات باتريك لي الأصلية، فربما يحدث ذلك لأنها تعود للوراء في الزمن إلى الفترة السابقة على بزوغ الكائنات التي لها آليات خلوية معوجة وتسبب التقدم في العمر والموت. إنه تفكير مثير. ومع ذلك، كما سنرى في الفصل القادم، فإن الدور الممكن للفيروس العملاق هو مجرد جزء صغير من الشذوذ الذي نعرفه باسم الموت.

9

الموت

مشكلة التطور مع التدمير الذاتي

في صيف 1965 أمسك باحث شاب من جامعة جورجيا بسلحفاة في أحد مستنقعات ميتشجن. كانت السلحفاة ذكرا بالغا من نوع بلاندنغ (Blanding) وعمرها على الأقل خمسة وعشرون عاما. وبعد خمسة وثلاثين عامًا وفي 1998 أمسك ج. ويتفيلد جيبونز بتلك السلحفاة مرة أخرى. وكانت في حالة رائعة.

وتمثل سلاحف بلاندنغ لغزا بيولوجيا. فأكبر عينة منها سنا تم تسجيلها كانت في السابعة والسبعين من عمرها في ثمانينيات القرن العشرين، أنثى كانت ما زالت تضع البيض. ومن الأرجح أنها لو لم يتحطم ظهرها بسيارة نقل عبرت فوقه، لظلت تصنع البيض لتتكاثر حتى الآن. ولا تشيخ سلاحف بلاندنغ ولا تصاب بالعجز، وهي لا تبدي أي استعداد للإصابة بالأمراض أثناء حياتها. وإذا كان شيء ما يميزها، فهو زيادة نشاطها مع التقدم في السن، وتضع الإناث في المتوسط المزيد من البيض كل عام.

والشيخوخة، أي التدهور مع مرور الزمن الذي يؤدي في نهاية الأمر إلى الموت، هي ظاهرة عالمية في المملكة الحيوانية. ووفقًا للنظرية العيارية، يتقدم كل شيء في العمر ويتهالك ثم يموت. إنها نظرية جيدة، لكن في ضوء الدليل، ليست متماسكة وهي تفشل في تطبيقها بطريقة محيرة. فالسلاحف من الفقاريات، وبذلك فهي قريبة الارتباط بنا بمدلول التطور. فإذا كانت آليتنا الجزيئية تتحطم مع الزمن، فلابد أن تتحطم آلياتها

هي الأخرى. إلا أن ذلك لا يحدث. ووفقًا لكالب فينش، أستاذ علم الشيخوخة في جامعة جنوب كاليفورنيا، فإن السلاحف تمثل بالتأكيد "تحديا قويا" لفكرة أن شيخوختنا حتمية.

وليست السلاحف وحدها، فمن بين الفقاريات هناك أنواع عديدة من الأسماك، والبرمائيات، والزواحف لا تشيخ. وسيكون لاكتشاف لماذا لا تشيخ – بينما نشيخ نحن– فوائد فورية بكل وضوح. إلا أن القصة أكثر تعقيدًا بكثير مما يمكن أن يتخيله أحد. وليس الأمر في الواقع أن سلاحف بلاندنج لا تشيخ، وإنما الموت هو الأمر الشاذ التالي.

لماذا تموت الأشياء الحية؟ من الواضح أن الأشياء تقتل بعضها بعضا – وهذا جزء من الترتيب الطبيعي. لكن ما الذي يسبب الموت "الطبيعي"؟ إنه سؤال يشطر البيولوجيين. وقد أصبح مثل مباراة في البنج بونج، على مدى سنوات، كانت النظريات تضرب للخلف والأمام، كلما ظهر دليل جديد. ثم من حين لآخر، يخطو شخص ما للأمام ويهدم المباراة بالإشارة إلى أن أيا من النظريات لا تناسب كل الأدلة المتاحة، وما زلنا بدون منتصر.

إجابة واحدة هي أن الموت ضروري، لتجنب الازدحام الفائق، مثلاً فإذا لم يكن أي شيء يشيخ ويموت فإن المحيط الحيوي سينفجر عند حاماته. وحتى لو كانت الأجيال المتعاقبة أقوى وأكثر مواءمة، فإن النجاة ستكون دائما متزايدة الصعوبة كلما تنامى عدد الكائنات التي تتنافس على مصادر الغذاء المحدودة. والحل الأفضل إذن، بالنسبة للفرد هو التضحية بنفسه من أجل النوع. قطعة بسيطة من البرمجة الجينية تجلب الجيل القادم ثم تحرض على التدمير الذاتي، أو على الأقل توقف عملية الترميم والإصلاح، مما يسمح للتدهور بالوصول إلى نتيجة، خيار معقول بكل تأكيد، أليس كذلك؟

كان البيولوجي الألماني أوجست وايزمان من القرن التاسع عشر يفكر بهذا الشكل. وقد اقترح أن مصادر الجسم يمكن تصنيفها إما كجرثومة (أو بذرة) أو جسد. تحمل الجرثومة المعلومات الوراثية، ولابد من تحقيق سلامتها بأي ثمن. أما الجسد، الذي يحمل بقية الوظائف الجسدية، فهو "ممكن التخلص منه"، مجرد أن يتم التكاثر، قد يخسر الجسد مصادره، إذا بذل الكثير من الجهد في إصلاح الخراب الذي يلحق حتميا بالكائن مع الزمن.

يبدو ذلك جذابا، لكنه ليس صحيحًا. فمن المفترض في التطور أن ينتقي جينات يستفيد منها الفرد وذريته، وليس لفائدة المجموعة أو النوع ككل. فإذا كان انتقاء المجموعة يعمل، فإن التطور لا يعمل. وفي دحض مشهور لانتقاء المجموعة، رفضه عالم التطور من جامعة أكسفورد ريتشارد دوكينز على أنه "مجرد وحش غاشم وفساد شامل".

وفي 1952، دار البيولوجي البريطاني بيتر ميداور حول المشكلة. وببصيرة نافذة، اقترح آلية تقدم انتقاء جينيا للشيخوخة. تتناقص قدرة الانتقاء الطبيعي كلما تقدم الكائن في العمر، كما يقول ميداور ويضيف، وهكذا سيتم انتقاء السمة التي تمنح الكائن ميزة معينة قبل أن يصل إلى مرحلة البلوغ (ويدخل في مرحلة التكاثر)، أما السمة التي لا تظهر ميزتها إلا بعد أن ينهي الكائن حياة التكاثر فلا يتم انتقاؤها. والعكس صحيح كذلك. فالجين الذي يسبب عجزك قبل الوصول لمرحلة البلوغ سيتم انتقاؤه (سلبيا)، وستنخفض فرص إمرار جيناته. أما الجين الذي يُعجز الكائن أخيرًا فيما بعد فسيتم انتقاؤه، أو إذا لم يحدث ذلك بالضبط، سيكون على الأقل قادرا على النجاة والمرور للجيل التالي. وكما يقول ميداور، وهنا مصدر الشيخوخة. وليس الأمر هو الإتلاف الحتمي مع الزمن، إنها حقيقة أن تفتح مشاكل الطفرات المتأخرة –جينات آلية الخلية التي تتحطم متأخرا في الحياة، مثلا– ستمرر للجيل التالي وستتراكم في جينوم الكائن. وفي البشر، تقدم أمراض الزهايمر وهانتنجتون أمثلة على هذه العملية.

في 1957 توسع جورج ويليامز في خط ميداور، مقدما فكرة تعدد النمط الظاهري المضاد (antagonistic pleiotropy). ويحدث تعدد النمط الظاهري عندما يؤثر جين مفرد في أكثر من سمة في الكائن. ويحدث تعدد النمط الظاهري المضاد عندما يكون التأثير له ميزة على إحدى السمات ويمثل مشكلة لسمة أخرى. ويمكن التوصل لظاهرة ميداور بواسطة جين مفرد يمنح الميزة – وتحديدا ميزة التكاثر – عندما يكون الكائن شابا لكنه يخلق الضرر في المراحل المتأخرة من الحياة. وسرعان ما أصبح ذلك حجر الأساس لنظرية التقدم في العمر.

في 1977 دخل توم كيركوود عالم الخلية. وكيركوود عالم رياضيات بريطاني لم يكن يدري بفكرة وايزمان عن الجسد الذي يمكن التخلص منه، وعندما كان في الحمام يتأمل

فكرة قضية التقدم في العمر (صورة قد لايرغب المرء في الإسهاب في ذكرها). كانت فكرته، مثل فكرة وايزمان، هي أن التقدم في العمر يرجع إلى الفشل في إصلاح الخلايا الجسدية في الجسم. ووجهة نظر كيركوود أن هذا الفشل يجيء من السمات المتطورة التي تفضل الاستثمار في التكاثر. ويظهر ذلك على الأرجح في العمل – أو عدم العمل– الذي تقوم به آلية الخلايا مثل إصلاح دنا DNA الجينات والإنزيمات المضادة للأكسدة على الخلايا الجسدية.

يسترجع كيركوود آراءه على أنها "مثيرة للجدل بشكل كبير". وذلك بسبب وجهة النظر السائدة في ذلك الوقت، بفضل ميداور وويليامز، والتي تقول إن التقدم في العمر أمر مبرمج. وبمرور السنوات، مع ذلك، تصاعدت الآلة الداعمة لفكرة كيركوود بأن التقدم في العمر يرجع إلى التراكم المستمر البطيء للعيوب في خلايانا وأعضائنا. وبالتدريج، تصبح فكرة الموت المبرمج غير مقبولة، لدرجة أنه عندما انضم كل من توماس جونسون ودافيد فريدمان إلى مباراة البنج بونج بإعلانهم أنهم قد وجدوا دليلا على البرمجة الجينية للتقدم في العمر في 1988، وعندما فعلا ذلك اتهمهما بعض زملائهما بأنهما لفقا الفكرة السخيفة كلها.

كان الاثنان يعملان في جامعة كاليفورنيا في إرفين في ذلك الوقت. وقد نشرت مقالتهم في مجلة جينتيكس (Genetics) وبينت أن تغيير جين واحد قد يجعل الدودة الخطية تعيش أطول من العادة بمقدار 65 بالمائة. ناطحت مقالة جونسون وفريدمان الحكمة الموجودة وقتها عن أن التقدم في العمر هو نتيجة تراكم الطفرات في الجينوم. وفيما عدا التباعد الذي لاقاه الاثنان من الزملاء، مع ذلك، فقد تجنبهما كل شخص، إلى أن ظهرت فجأة سينثيا كينيون في الصورة وأكدت على كل شيء قاله جونسون وفريدمان.

تكاد كينيون أن تكون عالمة مشهورة. فهي عالمة في البيولوجيا الجزيئية في جامعة كاليفورنيا بسان فرانسسكو، وهي مؤسسة ومديرة شركة إلكسير للمستحضرات الصيدلانية، وهي شركة تركز على "التوسع في جودة وطول الحياة البشرية". ولعل أكثر شيء يذكر عنها أنها وضعت نفسها على قائمة غذاء محددة نتيجة لأبحاثها: وقد توقفت عن تناول الكربوهيدرات (السكريات) مثل البطاطس والمكرونة في اليوم نفسه الذي

اكتشفت فيه أن الديدان التي كانت تدرسها كانت تعيش مدة أطول عندما لا يضاف السكر إلى غنائهما.

ومع ذلك، لم يكن إنجاز كينيون في الأصل يتعلق بتحديد السعرات الحرارية. وقد اكتشفت جينا آخر يطيل عمر الدودة الخطية – في هذه المرة بنسبة 100 بالمائة. وقد نصت في مقالة في عدد 2 ديسمبر 1993 من مجلة ناتشر (Nature) على أن أنواع معينة من ديدان كاينورهابديتيس إليجانس (elegans Caenorhabditis)، التي كانت تعيش عادة من أسبوعين إلى ثلاثة، قد عاشت حتى ستة أسابيع. وقد بدا أن الديدان التي عاشت ضعف عمرها قد رجحت كفة الميزان، وقد بدأ الناس يناقشون إمكانية العلاقة الجينية للتقدم في عمر، وهل من الممكن إبطال مفعولها.

ومنذ الأخبار العظيمة التي جاءت بها كينيون، حدد الباحثون بعض الأشياء المؤثرة. وتسببت القرصة الجينية في الديدان في أن تذهب تتاليات الإشارات الجزيئية في الاتجاه الخطأ. وتشبه هذه الإشارات ما يقدمه هورمون الأنسولين في البشر. ومن الصعب إجراء التجارب على الناس، إلا أنه عندما اكتشف الباحثون أن الإشارات تشبه كذلك تتاليات الإشارات التي تولدها الهرمونات في ذبابة الفاكهة، عندها انطلقت الأمور. ولذبابة الفاكهة عمر يمر سريعًا حتى إنه قد تم اختيارها بالفعل كعمود فقري في أبحاث الجينات عالميا. وقد جرت أبحاث التقدم في العمر عليها كذلك، ويمكننا الآن استخدام مفتاح جيني لإطالة عمر ذبابة الفاكهة. وتعمل نفس الحلية مع الحيوانات الأكبر. ولدينا مجموعة طويلة من مفاتيح الجينات لتشغيلها لإنتاج ثدييات طويلة العمر، فئران متوشالح مثلا.

وما زلنا لم نتناول إطالة عمر البشر، مع ذلك، ولأسباب معقولة. فما زال فهمنا لعملية التقدم في العمر فهما بدائيا، ولا أحد متأكدًا بالضبط من المقايضات بين إطالة العمر واعتلال الصحة التي قد تكون موجودة. ومع ذلك عندما تستطيع مشاهدة ما الذي نفعله للفأر، ستتعجب ما الذي يمكن أن نفعله للبشر. ويكفي أن نقدم لك، كما يقول عالم البيولوجيا من جامعة ميتشجين ريتشارد ميللر، "كائن موضع حسد". لا عجب إذن أن باحثين كثيرين في مجال الجينات – كانت كينيون من أولهم – مشغولون الآن في إنشاء شركات هدفها إيجاد إلكسير الحياة.

وعندما بدأت تلك البدايات، تطورت أمور موضع جدل، منها واحدة تصيب قلب

المعضلة مباشرة حول التقدم في العمر، وفي النهاية، الموت.

وفي سنة 2002 اجتمع عدد كبير من الباحثين المتخصصين في الشيخوخة، وأصدروا "بيان حالة" كان على رأس المجموعة ليونارد هايفليك، أحد الرجال العظام كبار السن المتخصصين في علم الشيخوخة، ووقع على البيان واحد وخمسون عالمًا. حذر البيان من الادعاءات التي كانت تدعي خطأ أنها تمثل علم الشيخوخة "وروّجت" الإغواء بالوعود بشباب دائم. قال البيان، "ليست هناك تعليمات جينية مطلوبة لتهرم الحيوانات "ويضيف، " فالبقاء بعد سنوات التكاثر، وفي بعض الحالات تربية الذرية حتى تصبح مستقلة، أمر ليس مفضلا من قبل التطور، فعملية التقدم في السن ليست مبرمجة جينيا". وفي 2004، افتتح هايفليك مقالة في مجلة الشيخوخة بعبارة صريحة: "لن يجدي أي تدخل في إبطاء عملية التقدم في السن أو يعكسها في الإنسان".

تناقض ذلك مع كل شيء قاله العلماء عن الديدان وذبابة الفاكهة وفئران متوشالح. كيف أمكن لهايفليك أن يفكر، في ضوء الأدلة المنشورة، أنك لن تستطيع إبطال فعل التقدم في السن؟ وتكمن الإجابة في أكثر اكتشافات هايفليك شهرة: تناسخ الشيخوخة (replicative senescence).

في أكتوبر 1951 ظهر الباحث البيولوجي جورج جي في التلفزيون الوطني في الولايات المتحدة، وأعلن أن عصرا جديدا في أبحاث الطب قد بدأ. كان يعمل هو وزوجته مارجريت في جامعة جون هوبكنز، حيث كان جورج يرأس أبحاث استزراع الأنسجة. أنفق الاثنان العقدين الأخيرين باحثين عن خلية بشرية يمكن أن تعيش إلى الأبد في ظروف المعمل، ستكون تلك هي الأداة المناسبة تمامًا لاستخدامها لإيجاد علاج للسرطان. وعندما أصيبت امرأة في الواحد والثلاثين من عمرها اسمها هنريتا لاكس بسرطان في عنق الرحم وأخذت منها عينة من هذا النسيج، وجد آل جي ما كانا يبحثان عنه. واجه جورج جي الكاميرات وهو يمسك بقارورة تحتوي على خلايا تمت تربيتها من سرطان هنريتا لاكس أقوى وأسرع الخلايا نموا و لم يشاهدها أي عالم من قبل. قال جورج، "من الممكن أن تتمكن من دراسة أساسية مثل هذه، أن نتعلم طريقة نزيل بها السرطان تمامًا".

ماتت هنريتا لاكس متأثرة بالسرطان في اليوم الذي ظهر فيه جي على التليفزيون.لكن

فجأة، بدأ السرطان مثل ملاكم بارز في وضع حرج، وقد تطلب منه الأمر مصادر مهولة لاستخدامها في تحدي إنهاء القتال. أصبح ميراث لاكس، خط الخلايا هيلا (Hela) الذي استنبت من السرطان، عمودا فقريا آخر في البيولوجيا. فكانت خلاياها فاعلة في تطوير لقاح شلل الأطفال، وتم وضعها في موقع اختبار القنبلة الذرية، وتم إرسالها إلى الفضاء على مكوك فضائي. وما زالت تستخدم في معامل البيولوجيا في جميع أنحاء العالم، وقد يكون أعظم إنجازاتها لم يحن بعد. وخلال ما يقرب من الخمسين عامًا منذ وفاة هنريتا لاكس اكتشف الباحثون ارتباطات عديدة بين خلود الخلايا، والشيخوخة، وتكوُّن الأورام. وربما جاء أكثر الاكتشافات أهمية من معمل ليونارد هايفليك.

في بداية ستينيات القرن العشرين كان هايفليك يعمل على فهم آليات السرطان عندما وقع على حقيقة أن الخلايا العادية لا يمكن إعادة استنباتها أكثر من نحو خمسين مرة، وأثناء الاستنبات قد تتضاعف العينة على مدى عشرة أشهر، ثم فجأة تموت. ومن المفاجآت المحيرة أن هايفليك وزميله بول مورهيد كررا بنجاح العملية، ثم أرسلا عينات إلى الزملاء المتشائمين وأخبراهم تقريبًا متى ستموت العينات. وقد تذكر هايفليك فيما بعد، "قابلوا تنبؤاتنا بعدم ثقة، لكن عندما دق جرس التليفون حاملا الأخبار الطيبة بأن العينة قد ماتت في الوقت المتوقع، قررنا أن ننشر الموضوع".

وتسمى الظاهرة التي لاحظها هايفليك باسم"تناسخ الشيخوخة". والشيء المحير بصدق حول هذه العملية أنها قد تمكنت من البقاء أكثر من بليون عام من التطور؟وهي تعمل في الخميرة تماما بالطريقة نفسها كما تفعل في بعض الخلايا البشرية. أزل بعض خلاياك الليفية، مثلا، تلك المتضمنة في تخليق السقالات التي تنمو عليها الأنسجة، ويمكنك استنباتها (استزراعها) في طبق زجاجي صغير. وفجأة ستتوقف عن الانقسام وتموت.

لماذا يحدث ذلك؟ يبدو أنه متلازم مع تدمير دنا DNA المعبأ في الكروموسومات في نواة الخلية. وآلية العد، أو الساعة التي تدق من أجل الوصول للشيخوخة في خلايانا، هي التيلومير، سلسلة من تتابع دنا DNA متكرر تغطي نهايات كل كروموسوم. تمنع التيلومير الكروموسومات من الالتصاق ببعضها، لكنه يصبح أقصر مع كل انقسام. وفي النهاية، تموت الخلايا التي استنفذ منها ما يكفي من التيلومير. ولا يعرف أحد بالتأكيد

كيف تتقدم هذه الآلية، لكنها أصبحت محورية بالنسبة لصراعنا ضد السرطان.

والشيء المحير أننا نعرف كيف نمنع (نوقف) الخلايا من أن تموت. تحتوي خلايا السرطان إنزيما يسمى تيلوميريز يقوم باستعادة التيلوميرات لأطوالها الكاملة في كل انقسام. إنه هو ذلك الشيء الذي يسبب النمو السريع للأورام. وقد نتجنب تقصير تيلوميراتنا إذا تمكنت خلايانا من إنتاج إنزيم التيلوميريز. وهي تستطيع ذلك.

في بداية 1998 أعلنت مجموعة من الباحثين بقيادة أندريا بودنر من شركة جيرون في مينلو بارك بكاليفورنيا، أعلنت أنها قد وضعت جينا ينشط التيلوميريز في الخلايا العادية، وقد عاشت هذه الخلايا ضعف الخلايا التي لم يوضع بها الجين، وما زالت قوية حتى وقت نشر ذلك في مجلة ساينس. بدت الخلايا جيدة المظهر؟ ولها خواص الخلايا الشابة. قصدت التيلوميرات المنشطة أن تتجنب لعنة تناسخ الشيخوخة، وكانت خالدة بالنسبة لجميع المقاصد والأغراض.

والمشكلة هي أنك لا ترغب في خلايا مخلدة لا تموت في جسدك لأنها على الأرجح ستنمو إلى أورام. وتقصير التيلوميرات سيسرع من معدل التقدم في العمر، لكنه كذلك سيحمينا من السرطان. إنها عملية مقايضة. وهذا صحيح أيضًا بالنسبة لشكل آخر من أشكال الموت المبرمج للخلية: أبوبتوزيس (apoptosis).

يحدث الموت المبرمج للخلية (أبوبتوزيس) كاستجابة لإشارات كيميائية. وقد يتم تحفيز هذه الإشارات بواسطة عدوى فيروسية، أو دمار الخلية، أو مجرد ضغط على الكائن، وهي تتخذ شكل هورمونات، أو عوامل نمو، أو حتى أول أكسيد النيتروجين. كل هذه العوامل تخبر الخلية لتموت: تبدأ إنزيمات تسمى كاسباس (caspases) في تدمير الخلية، وبالفعل تأكل الخلية نفسها. والموت المبرمج للخلية (أبوبتوزيس) جزء أساسي من التطور وبدونه لن تكون يدك أصابع منفصلة، مثلاً، لكنه عندما يخطئ ويسمح للخلايا أن تعيش للأبد، فإنه يلعب دورا في بداية السرطان.

وما نرغب في التوصل إليه في حربنا ضد السرطان أكثر تعقيدًا بكثير من الحصول على خلايا ببساطة تعيش للأبد. وفي مكان ما هنا يكمن سر محير. يقول مؤلفو العرض حول السرطان المنشور في مجلة ناتشر في أغسطس 2007، "ربما في مكان ما داخل لعنة خلود الخلايا السرطانية، هناك كذلك قد يكمن سر كيف يجب أن نفهم عمرنا الخاص ونمد

فيه". ويقر المؤلفون بأن الأمر ليس أننا علينا أن نحبس أنفاسنا من أجل الشفاء، فعندما يتعلق الأمر بفهم جذور السرطان والتقدم في العمر "تظل معظم التساؤلات الأساسية بدون إجابة".

وهكذا أصبحت لدينا نظريتان قابلتان للتطبيق لكن متعارضتين ففي أحد المعسكرين، يتم التحكم في التقدم في العمر بواسطة مفتاح جيني نشأ فقط من خلال عملية تكاثر في المقايضة. وفي المعسكر الآخر – معسكر هايفليك – التقدم في السن هو ببساطة تراكم العيوب. تنمو الخلايا وتشيخ ثم تموت بسبب استنساخ الأخطاء وإنهاء الخلية.وليس الأمر تكاثرا أو جينات، إنه الزمن.

فمن فيهما على صواب؟ إذا أخذنا في طريقنا النتائج العلمية، ليس أحد منهما على صواب. فهناك أدلة تناقض كل من النظريتين.

أولا، هناك مشكلة ذبابة الفاكهة. فعندما بدأ مايكل روز من جامعة كاليفورنيا في إرفين تكاثر ذباب الفاكهة طويل العمر في 1980، تدنت خصوبتها. كانت الأمور تبدو جيدة بالنسبة لمتعدد النمط الظاهري المضاد: فقد جاء طول العمر على حساب التكاثر. وهنا حتى عندما أصبح امتداد العمر أطول، بدأت الخصوبة في الزيادة أعلى من الخصوبة في الذباب العادي الذي لم يحفز. وقد عاشت الذبابات أطول من مجموعة الكنترول بمقدار 81 بالمائة وكانت أكثر خصوبة بمقدار 20 بالمائة. لم تكن تلك المرة الوحيدة التي يتم ملاحظة شذوذ فيها، فقد كاثرت كين سبيتز من جامعة ميامي براغيث ذات عمر أطول وخصوبة أعلى. شيء ما كان يجب ألا يحدث.

جاءت مشكلة أخرى إضافية بالنسبة للنظرية، من مشاهدات تحديد السعرات – قائمة غذاء سينثيا كينيون الخيارية – وما نتوصل إليه. نعتقد أن التحديد الغذائي للسعرات يخفض من معدل الأيض ويبطئ من إنتاج الكيماويات المدمرة للخلية والمعروفة بالشقوق الحرة (free radicals) ويبدو أنها بالتأكيد تطيل من مدى العمر–على الأقل في الفئران والأسماك والخميرة والجرذان. ولكن إمكانية التعرض للشيخوخة التي يمكن التحكم فيها من خلال التحديد الغذائي للسعرات لا تبدو أنها قد جاءت نتيجة لتعدد النمط الظاهري المضاد، فالتحكم فيما تتناوله من سعرات وبذلك تطيل من عمرك ليس له تأثير على الخصوبة كما يجب. ففي التجارب أوقفت أنثى الفأر مقدرتها على التكاثر بعد 40

بالمائة من التحديد الغذائي للسعرات، لكن إطالة العمر استمرت في الزيادة مع الاستمرار في رفع التحديد الغذائي للسعرات حتى مستويات التضور جوعًا. وحيث إنه لم تنفق المصادر على التكاثر بعد علامة 40 بالمائة من التحديد، فإن إطالة العمر المستمرة بعد ذلك من الممكن أن تأتي فقط من مكان ما آخر.

ثم هناك مشكلة المفتاح الجيني. ففي أبحاث مثل أبحاث كينيون تم تشغيل أو إيقاف جين مفرد للتحكم في التقدم في العمر. وكما تشير مجموعتها في مقالة نشرت سنة 2003 في مجلة ساينس، في حالات كثيرة لا يوجد ثمن لهذا، ليس من الصحة أو الخصوبة. ويبدو أن متعدد النمط الظاهري هناك – فإذا تماديت لدرجة استئصال الجهاز التناسلي في الديدان، فإن ذلك يجعلهم يعيشون أطول بأربعة أضعاف– لكن ذلك ليس السبب الأوّلي للشيخوخة.

ولا حتى يوجد مصدر لفائدة مثل"جين الجدة". فبينما في الحيوانات الأسمى مثل الطيور والثدييات تساعد الحياة الطويلة بعد فترة الخصوبة على تربية الجيل التالي، ليس هناك حاجة لذلك في الديدان. فهي لا تقوم بتربية أحفادها، ولاتتعاون في مجموعات، ولا تجمع الغذاء لصغارها، ولا يجب عليها تعليمها الطيران. ومع ذلك فإن للدودة مدى وافرًا من العمر بعد التكاثر. وكما يقول عالم الرياضيات جوشوا ميتلدورف، "تهدر الموارد على امتداد حياة لا فائدة منها".

وبرؤية ميتلدورف للتوتر بين النظرية والتجربة، أصبح مفتونا بالبيولوجيا التطورية للموت. وفي 2004 وضع كل الأدلة التي تمكن من إيجادها في مقالة نشرت في مجلة"أبحاث الايكولوجيا التطورية: Ecology Evolutionary". كان استنتاجه أنه لا يوجد استنتاج هناك، وتظل الأصول التطورية للشيخوخة مشكلة أساسية بدون حل.

ومن بين الأدلة، لا توجد هناك أنباء سارة بالنسبة لمعسكر هايفليك، كما يقول. فإذا كانت الشيخوخة ترجع إلى تراكم الطفرات على مدى العمر، فكلما أخذت ذبابات فاكهة أكبر عمرا وقمت بتوليدها للحصول على وفاة مبكرة، أصبح من الأسهل التأثير في التغير، وستكون هناك طفرات مدمرة بدرجة معقولة. لكن العكس هو الصحيح. فكلما كانت الذبابات متقدمة في العمر، كلما كان أصعب عليها التوالد بالنسبة للموت المبكر

في الجيل التالي. وما هو أكثر من ذلك، فمثل هذا الرفض العنيد تجاه التغير هو عادة مؤشر على آلية متناغمة بدقة وعناية تم انتقاؤها بواسطة التطور. والموت، هنا، برنامج، وبرنامج قد تم تطويره ليصبح أقرب ما يكون للكمال.

ثم هناك هضبة الموت التي تهزم كل القادمين. ويقول معسكر الجسد القابل للفناء إن الكائنَ لن يقوم بإصلاح نفسه بعد التكاثر، وبالتالي سيتدهور باستمرار. أما نظرية تراكم الطفرات فتتوقع حدوث النتيجة نفسها بواسطة العجز (ليس للتكاثر أي دخل هنا). ولا تختلف نظرية تعدد النمط الظاهري المضاد، فالتأثيرات السلبية للجينات التي كانت تقدم المزايا مبكرا في الحياة ستموت واحدة تلو الأخرى مع دقات الساعة ومرور الزمن. لكن قم بتربية مجموعة من ذبابات الفاكهة، وسترى أن الجزء الذي يموت كل يوم يتزايد مع التقدم في العمر إلى أن تصل إلى نقطة معينة. وبعد هذه النقطة سيظل الجزء الذي يموت كل يوم ثابتا. ولا يتواءم ذلك مع أي نظرية.

وبعبارة أخرى، لا يوجد تفسير جيد للموت. لكن إذا كان ميتلدورف قد عرض القضية ضد النظريات الشائعة للشيخوخة برباطة جأش، فما الذي يقدمه ليحل محلها؟ مجرد الفساد الجائر لانتقاء المجموعة: تموت الأنواع تحديدا لتترك موضعًا للجيل الأصغر. يقول ميتلدورف أن التقدم في السن قد تطور من أجل نفسه هو، وليس كمنتج ثانوي للتكاثر الأفضل.

ومع ذلك لم يتقبل أحد هذه الحجة، لأنها كما صاغها ميتلدورف نفسه "تلقي بظلالها على قسم كبير من نظرية التطور". وكان على صواب، هناك شيء مألوف حول هذه الظلال. ونحن مباشرة نحدق في نسخة بيولوجية من المادة الداكنة: سلسلة من الملاحظات الشاذة، تكتمل بتفسير ممكن يبزغ ليفتح وعاء من الديدان الكثيرة جدًا. وقد يضطرنا ما يبدو تفسيرًا جيدًا أن نعيد التفكير في جزء عميق وحيوي من النظرية. فنظرية داروين عن الانتقاء الطبيعي، والتي لا يمكن أن تعمل من خلال انتقاء المجموعة، هي بمثابة النسخة البيولوجية من قانون نيوتن العالمي للجاذبية. فهل نحتاج إلى قرصة حادة؟ يبدو أن ذلك قد يكون ضروريا. وهل ستتقبل الأغلبية تلك القرصة المقترحة؟ بالتأكيد لا.

وفي هذه اللحظة، ويبدو أننا في طور "أهملها" من هذا الشذوذ. والباحثون الذين يبحثون عن المفاتيح الجينية للشيخوخة لديهم ما يكفي من اكتشافات إلكسير الحياة.

والمعسكر الآخر الذي يعتقد أن الأولين إنما يبيعون (أو على الأقل يحثون) زيت الثعابين، قد أقنعوا أنفسهم بأنه لا يوجد شذوذ. وفي أبريل 2007 نشر هايفليك مقالا بعنوان "التقدم في السن البيولوجي لم يعد مشكلة بدون حل". وبإزاحته جانبا درجات الباحثين في الشيخوخة الذين كشفوا بشدة عن المسارات الجينية الفاعلة، قام هايفليك بإعلان أن التراكم العشوائي للطفرات هو المسئول عن التقدم في العمر والموت. فإذا تمكنت سينثيا كينيون من جعل ديدانها تعيش مدة أطول، فإن ذلك يرجع إلى أنها تنشط المفاتيح الجينية التي تحمي من أمراض معينة قد تقضي على حياة الدودة في غضون أسبوعين. وهي تخفف من وقع الأمراض -وبالذات الأمراض المترافقة مع السن المتقدم- لكنها لا تحل مشكلة التقدم في العمر. خذ ببساطة، يعتقد هايفليك وأتباعه أن الديدان تعيش مدة أطول لانها أصبحت أقوى. وليس ذلك مثل التأثير المدمر للزمن على الجزيئات البيولوجية.

لم يوافق كينيون والمدافعون الآخرون عن الأصل الجيني للاحتفاظ بالشباب، وهم يتابعون بضراوة أبحاثهم. وهم يقولون إن هناك مفاتيح للشيخوخة، عليك أن تكتشفها، وتلمسها، فنستطيع الحياة للأبد. إذا استطعنا فقط أن نحصد جينات الأنواع طويلة العمر، مثل سلحفاة بلاندنج، أو حوت البال (يعيش في المياه القطبية)، والذي يقدر عمره بأكثر من مائتي عام، فإننا قد نكتشف حلولا للغز الخلود. لكن هناك صعوبات تقنية في عمل ذلك، فتربية خلاياهم صعبة، وهناك قضايا قانونية في الاحتفاظ بهذه الحيوانات واستخدامهما من أجل البحث. وهكذا يبدو أن الجدال حول الموت سيصبح مثل سلحفاة بلاندنج، سيستمر حيا على الدوام.

لا يوجد هناك حل يأخذنا للأمام. وتخبرنا دراسات سينثيا كينيون للجينيات أن التقدم في العمر يتم تنظيمه بنفس الإشارات البيوكيميائية الموجودة في الخميرة والذباب والديدان والثدييات. فإذا نشأت الطفرات من خلال فرصة عشوائية في الأنواع المختلفة، فإن كلاً منها ستكون له آلية مختلفة. لكن ذلك لا يحدث، فكل شيء يتقدم في العمر بالشكل نفسه. والسبب واضح وفقا لوليم. كلارك، الباحث في الشيخوخة من جامعة كاليفورنيا، لوس أنجلوس: لابد أن الشيخوخة قد تطورت في سلف مشترك للأنواع الموجودة اليوم. ويعتقد كلارك أن الموت قد نشأ مع أول يوكاريوت (حقيقيات النواة)، الكائنات التي لها خلايا كبيرة ومعقدة وتحتوي على نواة تضم المعلومات المتوارثة.

تبدأ القصة منذ نحو 3 بلايين من السنين، عندما كانت البروكاريوت، البكتيريا، وآركايا (العتيقة) تسود الأرض. وعند لحظة ما طورت هذه الكائنات المقدرة على استخدام الضوء لشطر الماء إلى مكوناته: بروتونات وإلكترونات ذرات الهيدروجين والأكسجين. تجعل البروتونات والإلكترونات التخليق الضوئي يحدث، مانحة البكتيريا بضاعة نافعة جدًا: الطاقة. ينطلق الأكسجين، وهو ناتج ثانوي غير مرغوب فيه للعملية.

كان يتم امتصاص معظم الأكسجين بواسطة المحيطات الخضراء القائمة وقتها والغنية بالحديد، مكونة جسيمات حمراء كثيفة من أكسيد الحديد الذي استقر على قاع البحر (الأرض التي رفعها منذ ذلك الجين من الماء بواسطة الإزاحات الجيولوجية، وقد قدمت الحزم الحمراء من الصخور الحلول لألغاز الماضي البعيد). وعندما استنفد كل الحديد، بدأ الأكسجين يتسرب إلى الغلاف الجوي فوق المحيطات. ومع ارتفاع تركيز الأكسجين في الهواء، أدى ذلك إلى حدوث كارثة الأكسجين.

الأكسجين سام جدًا. فعندما يتحطم، كما يحدث في ضوء الشمس، فإن شقوق الأكسجين المتكونة تهيل الخراب والدمار على الخلايا البيولوجية. ومنذ 2.4 بليون سنة، أدى تراكم الأكسجين في الغلاف الجوي في الواقع إلى فناء الكتلة (فناء الحياة) للبروكاريوت (بدائيات النواة – البكتيريا). وقد كانت، في الواقع ضحايا ابتكارها نفسه. ولم تنج إلا تلك الكائنات التي كانت تعيش عميقا في المحيطات، على مسافة آمنة من أشعة الشمس القوية، وطورت إستراتيجيات مثل التنفس الهوائي لتتعامل مع الظروف البيئة الغنية بالأكسجين.

وفي الحقيقة، لقد قامت بما هو أكثر من مجرد التأقلم، فقد طورت وسائل متقدمة وعالية الكفاءة لاستيعاب الأكسجين في ATP أدينوسين تراي وعالية الكفاءة لاستيعاب الأكسجين الأدينوسين ثلاثي الفوسفات، وهو وقود كل الخلايا الحية. لقد كان ابتكارا ناجحا لدرجة أنه سرعان ما تمت قرصنته، ومع بزوغ اليوكاريوت (حقيقيات النواة)، استحوذت على البكتيريا المولدة للطاقة وجعلتها تعمل لحسابها. كان ذلك استحواذا مزدوج الميزات لأن البكتيريا قد طورت هي أيضا حماية ضد الطبيعة الفتاكة للأكسجين، شيء أخذته اليوكاريوت كجزء من الرزمة.

كانت هناك مجرد مشكلة واحدة بالنسبة لليوكاريوت: فقد ركبت مولدات لشقوق

الأكسجين في قلب خلاياها. فالميتوكوندريا في خلايانا هي البقايا الحفرية من البكتيريا المولدة للـATP، ومع أنها تسمح لنا بتوليد الطاقة، لكنها أيضًا تنتج شقوق الأكسجين المدمرة. وكما يقولون، لا توجد وجبة غذاء مجانية.

ويبدو أن المشكلة كانت من الكبر بحيث تطلبت حلاً مبتكرا حقيقيا: الجنس. أو هذا ما فكر فيه كلارك. ونحن ما زلنا لا نعرف بالضبط لماذا تطور الجنس، لكنه كان على صواب، فربما تم حثه بواسطة تطور الموت. "تسمح عملية التكاثر الجنسي بتبادل وخلط الجينات وتصحيح دنا DNA وإصلاحه، وتمنح الذرية ميزة كامنة لمجموعة جديدة من الجينات. وذلك بالتأكيد أمر مفيد في سياق المقايضة، الجارية بين إنتاج الطاقة وتدمير الخلية.

والمشكلة الوحيدة هي أن الجنس ربما قد شجع بذلك تطوير المزيد من آليات الموت. فإذا كانت لديك مجموعة جديدة من الجينات، فإنك لا ترغب في القديمة المدمَّرة التي تقابلها، فإذا كانت هناك وسيلة لإزالة المجموعة القديمة، فإنها قد تصبح نافعة. ومثل هذه الوسيلة موجودة. نحن نعلم أنه في مجموعة الكائنات المائية المعروفة باسم الهدبيات، تقوم عملية التدمير النووي الأبوبتي (apoptic) بإزالة دنا DNA القديم من النواة لتفسح مكانا للاتحادات الجينية الجديدة. إنها آلية موت، ولها مغزى إذا تم انتقاؤها إيجابيا.

والسبب كله في الجنس. والذي ربما تطور كاستجابة لتدمير الخلية بواسطة شقوق الأكسجين. والذي بدوره يمكن تعقبه للوراء حتى الآليات التي تكمن وراء إنتاج الطاقة نفسها التي جعلت الحياه تستحق أن نحياها. وحيث توجد الحياة، يبدو أن الموت قريب وراءها، لكن لا أحد يملك تفسيرًا كاملا له. ثم إذن، في مكان ما هناك، وجد الخلط الجنسي للجينات دورا له.

عاشت الآركايا (العتيقة) والبكتيريا حياتها بدون جنس وبدون شيخوخة. لكن عندما قامت اليوكاريوت (حقيقية النواة) الأولى، أسلافنا الجينيين، بجعل هذه الكائنات تعمل لإنتاج الطاقة، جاءت النتائج مختلطة. فقد استخدمت الطاقة بكل سعادة مما مكننا أن نصبح ما نحن عليه، لكنها وضعت آليات موتها في النهاية – برامج الموت، إذا شئت

(وبالتأكيد لا يرغب هايفليك) - مباشرة في قلب خلاياها. ولا تخفف منها الخلايا إلا عن طريق الخلط الجنسي للجينات فقط.

وإذا لم نكن قد توصلنا للأصل الحقيقي للموت، فهل ذلك على الأقل أصل التكاثر الجنسي؟ وهل كان ذلك مجرد آلية إصلاح مصممة للأبدية الذاتية التي اكتسبت حياة لنفسها واتخذت مسارا غير متوقع؟ وإذا كانت تلك هي القصة، فإن بقاء التكاثر الجنسي كما نراه اليوم يجعل منها مثلث العقد (معماريا) التطوري، شيئا ما قد نشأ في العالم الطبيعي كناتج ثانوي لتكيف آخر. وقد يفسر ذلك لماذا لانجد مغزى للجنس، كما هي الحال مع الموت.

10

الجنس

هناك طرق أفضل للتكاثر

نشر الداروني اللدود ريتشارد دوكنز في 1996 "تسلق جبل اللامحتمل"، وهو عرض متميز لنظرية الانتقاء الطبيعيَ. وأثناء مناقشته للطفرة الجينية، وكيف أنها تؤدي إلى ميزة في البيئة، كان مضطرا لتناول أصول التكاثر الجنسي. يقول دوكنز، "هناك الكثير من النظريات حول سبب وجود الجنس، وليست أي منها مقنعة تمامًا". ويستمر دوكنز ليعلن أنه سيستجمع شجاعته في وقت ما في المستقبل ليكتب كتابا عن تطور الجنس.

لم يفعل دوكنز ذلك بعد. وفي كتابه "حكاية السلف" الصادر سنة 2004، يقر مرة ثانية بالفشل فيما يتعلق بأصل الجنس، "للإنصاف فيما يتعلق بالنظريات فهي تستحق كتابا وقد جاءت عدة كتب في ذلك.. ومع ذلك لم يزغ منها بعد أي حكم، "وفي النهاية يستقر ليناقش تبعات التكاثر الجنسي وليس تفسير أصله. ويوافق داروين على أن السؤال "ما الجيد فيما يتعلق بالجنس؟ وهو الذي "أنفق علماء أفضل مني كتابا إثر كتاب وفشلوا في التوصل للإجابة عنه".

وليس دوكنز وحده في هذا الصمت المحيط حول انتشار التكاثر الجنسي. ويشير أهم بيولوجي تطوري، الراحل جون مانارد سميث، إلى تلك "الفضيحة التطورية" التي تحيط بالجنس. يقول جورج وليمز: يرجع الفضل للجنس "في وجود كارثة جاهزة في

البيولوجيا التطورية". وفي كتابه "ما التطور" أضاف البيولوجي إرنست ماير مساهمته في ذلك، فيقول "منذ 1880 جادل التطوريون حول المزايا الانتقائية للتكاثر الجنسي"، ويضيف "وحتى الآن لم ينتج عن هذا الجدال أي منتصر بوضوح"، وفيما يتعلق بالوقت الراهن، فإن مقالة في مجلة ناتشر سنة 2007 قد أعلنت أنه "ما زالت تفسيرات لماذا يشيع الجنس كإستراتيجية تكاثر، ما زالت تستعصي على الفهم". ربما لم نفكر بشدة في ذلك، لكن الجنس لغز.

والمعضلة المركزية هي أن التكاثر اللاجنسي ببساطة، حيث ينتج الكائن نسخة من نفسه، هو أكثر كفاءة بكثير كوسيلة لإمرار جيناتك إلى الجيل التالي. ويتصادف أن كثيرا من الأنواع وبالذات عدد من الزواحف والأسماك تمارس كميات محدودة من التكاثر اللاجنسي، ناسخين أنفسهم بدلا من جمع مادة جينية من ذكر (وهو مسعى أنثوي ينتج عنه إناث فقط). تستضيف حديقة حيوان لندن تنينا "كومودو" أنتج ذرية من دون مساعدة من ذكر منذ 2006 مثلا.

اللغز هنا، لماذا لم يتسيد التكاثر اللاجنسي؟ إذا ضمنت كائنا آخر باستخدامك للتكاثر الجنسي، فإنك لن تمرر إلا نصف جيناتك. وما هو أكثر من ذلك، أنه لو عاشت مجموعتان إحداهما تتكاثر جنسيا والأخرى لا جنسيا، فإن كل فرد في مجموعة التكاثر اللاجنسي سينتج ذرية، بينما لن ينتج ذرية سوى نصف المجموعة التي تتكاثر جنسيًا. والجنس وصفة للفناء، وسيتسيد أصحاب التكاثر اللاجنسي البيئة. وبهذا يكون هناك، ما أطلق عليه ماينارد سميث بالنسبة للجنس "التكلفة المضاعفة": فلماذا يلجأ أحد إلى التكاثر الذي كفاءته نصف ما كان يمكن أن يكون عليه جينيا وفي الوقت نفسه يخفض من سرعة التكاثر إلى النصف؟

وذلك فقط ما يخص علم الوراثة، و لم نشر بعد إلى جهود المنافسة من أجل الحصول على رفيق، وعدم الكفاءة الدفين في الخلط الفيزيائي بين البويضة والحيوان المنوي، ومشكلة التعرض للحيوانات المفترسة أثناء فعل التكاثر الجنسي. وهناك فرصة متاحة أن يتم استبعاد اتحادات الجينات الجيدة، تلك التي انتقتها عملية التطور، أثناء عملية إعادة الاتحاد، وبذلك لن تمرَّر. ومن أي زاوية ينظر بها النظريون يبدو غالبا أن التكاثر الجنسي كارثة.

ومع ذلك، وبمواجهة هذه الصورة النظرية، هناك حقيقة أنه عندما تنظر حولك، من الواضح أن الجنس ليس كارثة، فهو واحدة من الظواهر كلية الوجود على الكوكب.

وهناك حل سريع ومنطقي لهذا التناقض، فالتطور بواسطة الانتقاء الطبيعي يتمحور كل اهتمامه حول مزايا التطفر، وبذا يمكن أن يكون الجنس فقط شائعا بهذه الدرجة لأنه يمنح ميزة البقاء. ولا بد أن تجيء تلك الميزة من خلال العائد الرئيسي من التكاثر الجنسي: الذرية التي تختلف قليلا عن الوالدين. ولابد أن يكون هذا الاختلاف ذا قيمة كافية لتتغلب على التكلفة الباهظة لاستخدام التكاثر الجنسي بدلا من اللاجنسي.

تبين معظم مشاهدات التكاثر اللاجنسي أنه نهاية طريق تطورية، طريق سريع نحو الفناء. فهو يجيء ويذهب، ويستديم ربما بضع عشرات الآلاف من السنين، لكنه غالبا لايظل سائدا في نوع ما. وهو يحدث أحيانا استجابة لضغوط بيئية، لكنه ليس إستراتيجية عالمية لمعظم المخلوقات القادرة عليه. ووفقا للمعتقد التقليدي، فإن أي نوع لا يخلط جيناته لا يستطيع البقاء في مواجهة التطفرات الطبيعية وظروف الإزاحات البيئية، وهناك ميزات واضحة في البيئة المتنوعة وهي إنتاج ذرية لها مقدرات وتحملات مختلفة.

في عام 2000، مع ذلك، قام العالمان دافيد مارك ولش وماثيو ميسلسون من جامعة هارفارد بقلب هذه الحجة رأسا على عقب. كانا يدرسان الدوارات، وهي حيوانات مائية ميكروسكوبية تشكل غذاء للأسماك. ويمكنك أن تجدها تقريبًا في كل مكان حيث يوجد الماء، في البرك والبحيرات وتجمعات الماء على جانبي الطريق، بل حتى في التربة الرطبة والطحالب والأشنة. أما الشيء الذي لن تجده فهو ذكر هذه الدوارات. تتكاثر تلك المخلوقات بدون الجنس، وقد قامت بذلك مدة طويلة، أطول مما يبدو أنه ممكن. وقد بين ولش وميسلسون بالتحليل أنها لم تكن في حاجة إلى ذكور على مدى أحقاب طويلة، وقد بقيت الـ 360 نوعا من الدوارات سليمة، مستخدمة التكاثر اللاجنسي لمدة 70 مليون سنة.

كان ذلك هو البقاء العنيد، الذي كان يستهين بأفضل نظريات البيولوجيين، والذي أطلق عليه ماينارد سميث "الفضيحة التطورية". إنها تجعل من إحدى الحجج لصالح الجنس مثارا للسخرية: فكرة أن الكائنات في حاجة لخلط جيناتها لتتمكن من البقاء على

المدى البعيد. وهكذا، وعلى الرغم من أن البيولوجيين يرون في الدوارات أمرا شاذا، فإن ما يحتاج إلى تفسير هو بقية العالم الطبيعي. والنظريات كلها جيدة جدًا، لكن أين الدليل على ميزة التكاثر الجنسي؟ إلى أي مدى تكون الإزاحات في البيئة كارثية لتجعل من الجنس شيئا يستحق التكلفة المضاعفة؟ وللإجابة عن ذلك علينا أن ننظر ما الذي يستطيعه الجنس.

أولا، لتناول قضية الأمر السيئ والذي يسميه البيولوجيون الطفرات المؤذية، والتي تتراكم من خلال التكاثر اللاجنسي، فإذا كان الكائن يتكاثر من نفسه فقط فإن أي فرصة لتطفر دنا DNA الخاص به، والتي يسببها التدمير الإشعاعي مثلاً، ستمرر للجيل التالي. وهكذا وعلى مدى الأجيال ستتراكم الطفرات.(تسمى تلك الظاهرة باسم سقاطة مولر (ratchet Mullers) على اسم مكتشف تطفر الجينوم بواسطة التعرض لأشعة x). وستكون النتيجة كائنا يفقد دائما لياقته البدنية. أما في التكاثر الجنسي، من جهة أخرى، فهناك دائما فرصة لانتقال قطع من المادة الجينية غير مصابة بالتطفر إلى الجيل التالي.

إنها نظرية جيدة وحتى واضحة، لكن المشكلة في التفاصيل. والدليل في جانب تلك النظرية ليس تقريبا موجبا كما قد تتخيل.

يجمع البيولوجيون مثل هذا الدليل – مع وضد – من خلال طرق هي بالأحرى غريبة. فمثلاً، حول وليم رايس وآدم تشيبندال من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربارا، حوّلا ذبابة فاكهة من التكاثر الجنسي إلى آلة استنساخ من أجل تجاربهما. وقد عرضت أورورا نيديلكو ورفاقها في جامعة برونزويك، عرضوا طحالب لا جنسية إلى ضغط بواسطة الحرارة ليقدحوا تكاثرها الجنسي. (في الطبيعة البرية، تقوم درجة حرارة الماء بهذا القدح). أجرى ماثيو جودارد من جامعة أوكلاند في نيوزيلندا، هندسة وراثية على خلايا الخميرة، والتي يمكنها طبيعيا أن تتكاثر جنسيا ولا جنسيا، لينهي تكاثرها الجنسي. أما كيلار أومن من كلية لويس وكلارك، من بورتلاد في أوريجون، فقد جعلا الوزغات تعمل على طاحون الدوس لمقارنة أداء تلك المولودة من خلال التكاثر اللا جنسي بتلك المولودة من خلال التكاثر الجنسي.

ويتم توظيف كل هذه التقنيات – ويوجد المزيد منها – لاختبار النظريات ومتابعة

كيف تنجح الأعداد الجنسية واللا جنسية في الظروف المختلفة. وللأسف لم تأت النتائج بتأكيدات واضحة للنظريات كما كان يود أي إنسان.

وعلى سبيل المثال كانت وزغات أوتمن اللا جنسية أفضل رياضيا من تلك التي جاءت عن طريق التكاثر الجنسي، فقد عملت مدة أطول وكانت أسرع في إدارة طاحون الدوس. لكن وجدت دراسة سابقة، أجريت باستخدام أنواع مختلفة، أن العكس هو الصحيح. وقد وجدت سلسلة من التجارب على براغيث الماء أن التكاثر اللاجنسي قد أنتج طفرات مؤذية مقدارها أربعة أضعاف أكثر من التكاثر الجنسي. وقد كشفت دراسة أجريت على الديدان الخطية أنه لا يوجد فرق في أعداد الطفرات المؤذية بين المجموعات اللا جنسية والجنسية. وقد أظهرت عمليات المحاكاة الكمبيوترية للجينومات المتطورة أن تعداد المجموعة يهم هنا أيضًا: فالمجموعات الصغيرة تسير أفضل مع الجنس، لكن المجموعات الأكبر من الأنواع المتكاثرة جنسيا قد راكمت المزيد من الطفرات المؤذية.

ماذا عن الفكرة القائلة: إن المجموعات الجنسية تستطيع التأقلم مع البيئة المتغيرة بشكل أسرع لأنها تخلط جيناتها؟ ومرة أخرى، الدليل غير قاطع، فقد وجدت دراسة على الخميرة سنة 1997، أنه لا توجد ميزة بالنسبة للأنواع الجنسية فيما يتعلق بالتأقلم مع بيئة جديدة. ومع ذلك أظهرت دراسة أخرى أن الجنس أفضل عندما تتخذ البيئة منحى إلى الأسوأ، لكن تظل المجموعات متكافئة إذا اتجهت البيئة إلى التحسن. إلا أن دراسة أخرى جرت في 2005، وضعت سلاسل من الخميرة الجنسية واللا جنسية في أنبوبة اختبار مع الحد الأدنى من المغذيات. كسبت السلسلة اللا جنسية. وعندما لطخ الخليط نفسه مخ فأر، شيء ما يفترض أن يحاكي بيئة متغيرة بشدة، كسبت الخميرة الجنسية. والنتائج رغم ذلك تتعارض مع اكتشافات اثنين من الباحثين الكنديين. ففي 1987 بيّن جراهام بل وأوستن بيرت أن التكاثر الجنسي لم يقدم نوع التنوع الجيني الذي قد ينفع ذرية الكائن في البيئة المتغيرة.

ثم إن هناك دليلا على أن التكاثر الجنسي يمكن أن يزيد معدل التأقلم في بعض المواقف، لكنه بالكاد يعتبر حاسما، وهو بالتأكيد ليس مهمًا كفاية للتكلفة العالية للجنس.

تنشأ المزيد من المشاكل مع الجنس عندما تنظر عميقا في الطفرات التي من المفترض أن

تمنح الجنس ميزته. أولا، فرع من عائلة الفيروسات، فيروسات رنا RNA واليوكاريوتات الأكثر تطورا، مثل البشر، لها معدلات تطفر عالية بما يكفي لتجعل الجنس يكفر عن الطفرات المؤذية. ثم هناك قضية القشوة (epistasis)، التفاعل بين الجينات. تتحد أو يتلاشى تأثير بعضها، لكن الدراسات المتنوعة التي أجريت حول تأثيرات القشوة تبين أنه لا توجد تأثيرات شاملة يمكنها أن تمنح التكاثر الجنسي قصب السبق.

وهناك إمكانية أخرى – تم منحها الكثير من التصديق– وهي تأكيد وليم هاملتون بأن الجنس كله ليس إلا عن الطفيليات.

كان هاملتون الذي توفي سنة 2000 شخصية غير عادية. ليس لشجاعته الأكاديمية فقط – وقد ورد في تعيينه أنه "مرشح جيد ليحمل لقب الداروين الأكثر تميزا منذ داروين"– ولكن كذلك لمآثره الشخصية التي لا تعرف الخوف. فقد ارتحل عبر رواندا في ذروة الحرب الأهلية باحثًا عن النمل (وألقى القبض عليه كجاسوس)، وقد قفز في أحد الأيام في نهر الأمازون واستخدم إبهامه ليسد به ثقبا في قاربه الذي كان يغرق، وتعرض للطعن بالسكين في البرازيل عندما رفض الانصياع للسرقة في الشارع. لكن الملاريا التي مرض بها في رحلة خلال أدغال الكونغو، هي التي قضت عليه أخيرًا.

أدى المدخل الخيالي إلى البيولوجيا بهاملتون أن يصك عبارة تدوي الآن في هذا المجال: فرضية الملكة الحمراء. وقد أطلق عليها اسم شخصية في رواية لويس كارول "عبر المرآة"، حيث تخبر الملكة أليس، "انظري هنا، إنها قد تستغرق منك كل طاقتك في الركض، لتظلي في المكان نفسه". استخدم هاملتون الفكرة كتصوير لسباق الأذرع التطورية بين الكائن والطفيليات. فأنت تتطور لتتخلص من طفيلياتك، وعندئذ تتطور هي لتستخدمك كعائل مرة أخرى. وقد تطور التكاثر الجنسي كأفضل سلاح في ذلك الصراع الذي لا ينتهي أبدًا، كما اقترح هاملتون.

ويجيء الدليل على هذه الفكرة من مجموعات متنوعة من الباحثين أثناء بحثهم في تأثيرات الطفيليات على الخميرة، والخنافس، والغنم، والقواقع ضمن كائنات أخرى. ويبين أغلبهم نجاحا أكثر للتكاثر وغزوا أقل بواسطة الممرضات إذا أعيد خلط جيناتهم من خلال الجنس بدلا من تضاعف الأعداد بواسطة التكاثر اللاجنسي. ومع تنوع البنى الجينية، يبدو أن هناك فرصة أفضل أن يحيا بعض الأفراد طويلا بما يكفي للتكاثر.

وهناك أيضًا دليل ضد فرضية الملكة الحمراء، مع ذلك فقد أظهرت براغيث الماء عدم وجود أي ميزة على الطفيليات عندما استخدمت التكاثر الجنسي. ولا تتواءم الدوارات المزعجة ضمن هذا النموذج. كيف لابد أنها تمكنت من مقاومة ممرضاتها طول هذه الملايين الكثيرة من السنوات بدون تكاثر جنسي؟ هناك دليل على أنه بالنسبة للدوارات، فإن ميزتها تكمن في جيناتها التي تأقلمت لتساعد الكائن في البقاء تحت الظروف المتباينة.

وفي 2004 وجه كل من سارة أوتو وسكوت نويسمر ضربة قوية للملكة الحمراء. وقد أدت محاكاتهما الكمبيوترية لتفاعل الجينات بين مدى من الكائنات في ظروف بيئية متباينة بشدة – شيء يشبه العالم الحقيقي، بعبارة أخرى – أدت إلى جنس أقل، وليس أكثر. وهكذا رغم أن فرضية الملكة الحمراء تعمل في مواقف معينة، فإنها بكل الطرق غير مسئولة عن كلية وجود التكاثر الجنسي. والوسيلة الوحيدة التي تعمل بها هي إذا كانت مجرد جزء من مدى عريض من الظواهر التي لو أخذناها جميعا معا، تجعل من الجنس خيارا جيدا للتكاثر. وقد اقترحا في مقالة منشورة في مجلة "ساينس" أن الملكة الحمراء "ربما تكون أقل أهمية مع الشريك المناسب".

ويبدو أن هذه هي الإجابة الوحيدة المتبقية: لا يوجد تفسير بسيط واحد للجنس. ولأنه لم يبرز أي من التفسيرات الكبرى الواضحة، فإن الاتجاه الآن بين الباحثين هو البحث عن اتحاد تأثيرات صغرى يمكن أن تمنح الجنس ميزة. وأحد الأمثلة على ذلك هو الطريقة التي يغير بها التكاثر الجنسي البنية الجينية. وقد بينت التجارب على شبكات الجينات الصناعية (على الأغلب محاكاة كمبيوترية) أن التكاثر الجنسي يؤدي إلى جينومات قوية، ليس للتطفر تأثير "قوي" عليها. وما هو أكثر إثارة، حقيقة أن الجنس ينتج كذلك جينومات تنقسم على الأرجح إلى وحدات، وحدات قائمة بذاتها وليس لجيناتها تأثير خارج الوحدة. وفي التكاثر الجنسي، يتم خلط اتحادات الوحدات وليس الجينات، الأمر الذي يخفض من خطورة مشاكل عديد المظاهر، حيث يؤثر أحد الجينات في جينات أخرى سلبا في مكان آخر على الجينوم. ومع جينوم من الوحدات، تكون الجينات داخل كل وحدة سابقة التجهيز قد تمت تجربتها واختبارها معا –وإذا تمكن الكائن من البقاء حتى تتكاثر– فهذا دليل بذاته على أنه لم تنتج تأثيرات

سلبية هائلة (على الأقل ليس قبل سن التكاثر). وحيث إن الجينات لا تؤثر في أي شيء خارج وحدتها، لا تستطيع أي كمية من خلط الوحدات أن تنتج تأثيرات سلبية أكثر، لكن ما زالت هناك إمكانية إعادة الاتحاد ذات الميزات. الأمر الذي يعني استمرار البقاء للكائن.

لو كان ذلك صحيحًا، فما زال ذلك جزءا فقط من اللغز. عموما، فإن الانحراف العشوائي للجينات بسبب فرصة التباين يقدم أفضل الآمال لتفسير الميزة الظاهرية للجنس. وقد بينت الأبحاث أنه إذا كان تعداد الكائنات ليس كبيرا جدًا ولا صغيرا جدًا وإذا كانت التباينات لا تتداخل كثيرا (أي أن تعدد المظاهر محدود)، فإن التكاثر الجنسي يمكن أن يستخدم الانحراف الجيني لتشجيع البقاء أكثر من التكاثر اللا جنسي. لكن يعد ذلك بالكاد حجة قاطعة، فما زال البيولوجيون يقدمون بحماس الحجة التي تفتقر إلى الدليل القوى الداعم. وهم لا يستطيعون الإجابة عن مجرد سؤال كيف ندفع التكلفة المضاعفة للجنس.

وبالنسبة لتشارلز داروين، فإن السبب وراء تسيد التكاثر الجنسي كان "مختبئا في الظلام". وبعد أكثر من قرن، وفي 1976، قال ماينارد سميث إن المشكلة مع الجنس كانت عنيدة جعلته يشعر "أن هناك بعض السمات الأساسية للنظام قد أهملت". وبعد ثلاثة عقود ما زالت المشكلة قائمة. لا بد أنها أطول شذوذ علمي بينها جميعا. ربما، فهل هي شذوذ كوني: Kuhnian؟

وبالتأكيد أن لها بعض البصمات. وفي جهودنا لتوحيد مجموعات كبيرة من التأثيرات الصغرى، يبدو أن تفسيراتنا لأصل الجنس قد بدأت تشبه شيئا دعاه كون "فضيحة": أفلاك دوران بطليموس. وقد وصفت الأخيرة حركات الكواكب والنجوم كما لاحظها الإغريق. كان الغرض الأساسي القول بأن هذه الأجسام كانت تدور حول الأرض. ومع تحسن الملاحظات أكثر وأكثر، مع ذلك، كان على الفلكيين أن يقلصوا نماذجهم باستمرار ليبينوا كيف حدث الدوران، مضيفين طبقة فوق طبقة من التعقيد. تضمّن ذلك جهدا هائلا للحفاظ على النظرية متماسكة، كان الفلك في تلك الأيام يتكون على الأكثر من البرهنة على الشذوذ في منظومة بطليموس.

ومبكرًا في القرن السادس عشر، أدرك فلكي يسمى نيكولاوس كوبرنيكوس، أن

الفلكيين البطليموسيين قد خلقوا مسخًا، وبدأ هو نفسه في العمل على إرساء منظومة أفضل. وعندما نشر (De Revolutionibus) (الأفلاك) أصبح فجأة كل شيء واضحا. وأصبح لحركة النجوم والكواكب معنى والعمل بها أصبح بسيطا، إذا كان كل شيء في الحقيقة يدور حول الشمس.

في نظريتنا هل أصبح الجنس بطليموسيا عن غير قصد، وإذا كان الأمر كذلك، فهل نستطيع رؤية متى ستجيء ثورته الكوبرنيكية؟

ربما كانت "السمة الأساسية" المفقودة عند ماينارد سميث هي الرابط بين الجنس والموت (موضوع الفصل السابق). فإذا كان الموت – أو على الأقل شيخوخة الخلية من أصول التكاثر الجنسي – فإن التكلفة المضاعفة للجنس يمكن تعويضها بشكل مقبول (وربما أكثر من مجرد تعويضات) بالمكسب الذي يجيء مع الموت: آلية توليد ATP في قلب كل خلية. وبدونها لم يكن في مقدورنا نحن اليوكاريوت أن نتسيد العالم. لنسر مع هذه الفكرة للحظة لنرى أين ستؤدي بنا.

إذا كان التكاثر الجنسي هو عروة العقد، منتجا ثانويا للموت، ربما استطعنا التقليل من الافتراض الأول في البيولوجيا: العالم الطبيعي تنافس عنيف لتمرير جيناتك الخاصة على حساب أي فرد آخر، مستخدما أفضل شريك متاح (إذا كان الشريك ضروريا). ربما كانت هذه الغريزة الجنسية أقل شدة مما هو معتقَد عموما، ويخفف منها اعتبارات أخرى، مثل البقاء الفردي. وإذا كان الجنس قد تطور نتيجة لتطور الموت في اليوكاريوت، فإن البقاء لابد أن يتغلب على الجنس بالتأكيد في التسلسل الهرمي للدوافع. ونحن نعلم أنه في معظم (وليس في كل) الكائنات المتكاثرة جنسيًا، حب البقاء أقوى من حب التكاثر.

والآن لنتخيل كائنات تحيا، كما تفعل عادة، معا في مجموعة. (نحن نتحدث هنا بالضرورة عن الحيوانات العليا، لكن هذه هي الكائنات التي استقر فيها بثبات التكاثر الجنس) ولها ميل للسلوك الجنسي وبعض الدوافع للتكاثر، لكن لها أيضًا إدراكًا بقوة المجموعة: البقاء الفردي (أصل الجنس في قصتنا) يرتبط برفاهية المجموعة. فما الذي سيحدث؟

سيكون هناك سلوك جنسي. وكما نعرف جيدًا، مهما كان السبب فقد تطور،

وتطور ليصبح نشاطًا يدخل السرور في نشاط الارتباط، على الأقل في الحيوانات العليا. وحتميا سيكون هناك تكاثر. ولكن ستكون هناك كذلك اعتبارات وجهود موجهة للوصول إلى تكامل المجموعة للحفاظ على الأفراد. اقترح جون مايناردسميث يوما ما في الشراكة الجنسية، مقدما الموارد والعمل بجدية حتى تستطيع الأنثى إنتاج ضعف العدد الذي ستنتجه الأنثى اللا جنسية، فإن تكلفة الجنس تتلاشى. فهل من الممكن أن تعوض ديناميكية مجموعة مثل التي وصفناها أعلاه، أكثر من التكلفة؟

إنه سؤال يصعب الإجابة عنه، لكننا نستطيع بكل تأكيد إجراء بعض المشاهدات. تعيش الكائنات الجنسية غالبا في مجموعات، وبينما من المعقول أن يضع كل كائن "أفضل اهتماماته" على قمة قائمة أولوياته، فإنك تستطيع فقط أن تتوصل إلى تلك الاهتمامات الأفضل عندما تأخذ في اعتبارك المجموعة كلها. وليست أفضل اهتمامات ذكر صغير أن يحاول جماع الأنثى الوحيدة في المجموعة مثلا، وإذا كان الذكور الآخرون أكبر كثيرا منه، فإنه قد يموت في هذه المحاولة.

وبشكل ما تتوازى هذه القضية مع الظاهرة الرياضية المعروفة جيدًا "مشكلة الزواج المستقر: Stable Marriage Problem" تخيل حفلا حيث الناس تملأ المكان وكلهم ينظر ليتعرف بشريك من الجنس الآخر. فإذا استقر خيار كل الرجال على الأنثى ذات الشكل الأجمل– والعكس– فإن كل إنسان تقريبًا سينتهي به الأمر غير سعيد. وعمل اثنان من علماء الرياضيات في 1962 على هذا الأمر، فإذا حصلت على قليل من التوافق من كل إنسان، فإنك تستطيع أن تجعل كل شخص سعيدا. وقد بين دافيد جيل ولويد شابلي أنه لو قام كل شخص بترتيب تصنيف حسب رغبة الشركاء المحتملين، فمن الممكن ترتيب الأمور في حالة اتزان مستقر. وفي هذا الاتزان، يتشارك الناس بطريقة بحيث يكون من المستحيل أن تجد رجلا أو امرأة من أزواج مختلفة بالأحرى متزوجين من بعضهما أكثر من البقاء مع الشريك الحالي. ليس ذلك الشيء المثالي لمعظم الأفراد، لكنه نتيجة مرضية للمجموعة.

وهذا تطبيق واحد فقط لنظرية الألعاب، وسيلة رياضية تستخدم لنقتفي أثر كيفية تشكل الأرباح والتكاليف قرارات وأفعال سلوك المجموعة. وقد اخترعها الرياضي المجري جون فون نيومان، بحيث يكون هدفها المحوري هو إيجاد الحل الأمثل لمشكلة

ما، الحل الذي يجعل كل شخص له دخل بالموضوع في وضع أسعد ما يمكن. وبمجرد التوصل لهذا الاتزان، لا يكون لدى أي أحد من المتضمنين في الحل أي حافز لتغييره. وقد برهنت النظرية أنها أداة حيوية في عدد كبير من الساحات: فقد ساعدت في إرساء السلام الهش في الحرب الباردة، وقد تصرفت لتسهم في الاقتصادات والعلاقات الدولية، وهي تفسر كيف ترسي المجتمعات أغراضها الاجتماعية. وبشكل ما يمكن معالجة كل شيء يفضله البشر أو الحيوانات كلعبة. ويشمل ذلك- على الأقل وفقا لجون روفجاردن - التكاثر الجنسي.

وروفجاردن أستاذة البيولوجيا التطورية في جامعة ستانفورد ومتخصصة في قضايا الانتقاء الجنسي. وفي فبراير 2006 أثارت نزاعًا غير محدود على صفحات مجلة "ساينس" عندما كتبت مع زميلين لها، تدعو إلى الإحلال الكامل لنظرية داروين عن الانتقاء الجنسي بنظرية الانتقاء الاجتماعي. وتقول إن اختيار الشريك في الجنس ليس له علاقة بالتكاثر، أو انتشار الجينات، مثل الارتباط في مجموعة. وتبين نظرية الألعاب السبب في ذلك كما تقول روفجارون.

وضعت روفجاردن في مقالتها نظرية جديدة لتفسير اختيارات التكاثر. ولا يتضمن السلوك التكاثري تحديد اختيار "أفضل الجينات"، كما تقول. وبدلا من ذلك هناك منظومة للمقايضة: ففرص التكاثر يمكن استبدالها بخدمات مثل اجتذاب الإناث، والحفاظ على المنظمة نظيفة، أو القتال مع المنافسين الآخرين.

وعلى الرغم من أن الكثيرين من البيولوجيين قد انتقدوا أفكار روفجاردن ومدخلها، فإن النظرية تسمح للكائن أن يعيد اكتساب أرض مفقودة من خلال التكاثر الجنسي. وهي تجادل بأنه مثلاً، تبين نظرية الألعاب أن الانتقاء الاجتماعي سيزيد من أعداد الشباب الذين يصلون للبلوغ. فلو أن أعضاء المجموعة انخرطوا في إنجاز وظائف متنوعة وضرورية لتماسك المجموعة وبقائها، وكانت هذه المساهمات تعني، أنه في الوقت المناسب سيحصل كل شخص على فرصة للتكاثر لأنهم يسهمون في المجموعة، فإن التكاثر سيكوّن علاقات أكثر نجاحا، دافعا أعداد المجموعة إلى الزيادة.

وهي بالتأكيد تقدم بديلا صارما لوجهة النظر التقليدية للبيولوجيا - وجهة النظر التي تملك أوجه قصور. فإذا أخذت وجهة النظر القياسية للانتقاء الجنسي، فإن اختيار شريك

يعنى قضية مباشرة تماما. وهي مبنية على إظهار "الجينات الجيدة"، عادة واضحة في الزينة والألعاب الرياضية للذكر في النوع. وفي معظم الحالات تقوم الإناث بالاختيار (بيضاتها محدودة، والحيوانات المنوية رخيصة ووفيرة)، ويتلاحم الذكور من أجل الحصول على فرصة ليتم اختيارهم. إلا أن الدراسات الحديثة قد بينت أن كل الحديث حول اختيار الإناث للذكور الذين لهم أكبر القرون أو أعلى هدير، كما في حالة الحصول على "أفضل الجينات" هو مجرد تبسيط أكثر من اللازم لوصف ما يحدث في العالم الحقيقي.

أقر جون مايناردسميث بذلك. وقد أخذ الأيل الأحمر كمثال حيث تسير الأمور في الاتجاه الخطأ بالنسبة لنظرية الانتقاء الجنسي. تنشغل الذكور القوية في نزواتها باستعراض مقارعة قرونها لإجبار المنافس على الانسحاب. ومع ذلك، لا يترك ذلك انطباعا قويا لدى الإناث، وتنسحب لتمارس الجنس مع الأقل عضلات مفتولة من الذكور في القطيع. وفي جرة قلم من عبقري نموذجي، أطلق ماينارد سميث عليها "المُجامعين الخبثاء".

فهل هي حتى خبيثة؟ ربما تشكل مجرد مغزى تطوري جيد. ولا توجد هناك أدلة قوية على أن الإناث تأخذ انطباعا حقيقيا بقرع القرون، أو أنها تربط ذلك بالجينات الجيدة التي من المفترض أنها تبحث عنها من أجل ذريتها. وهل هناك بالفعل القليل من الجينات الجيدة لدرجة أن الإناث ترغب في تركيز كل اهتمامها على واحد أو اثنين من الذكور؟ فرغم كل شيء، وإذا كانت النظرية صحيحة متماسكة، فإن كل الذكور هم ذرية قوية، مناسبة للذكور من الجيل السابق. من الصعب تخيل أن هناك فرقًا واضحًا لتكون الإناث مميزات لهذه الدرجة. والقضية المعروفة باسم "مفارقة ليك" معروفة جيدًا للبيولوجيين. وعلى الرغم من وجود بعض التفسيرات للسبب وراء حتمية بقاء الاختيار للإناث، فإنها ما زالت نقطة خلاف في نظرية الانتقاء الجنسي العيارية.

وهناك المزيد من أمثلة المشاكل مع النظرية العيارية. وقد وجد باحثان أستراليان هما مارك بلوز وروب بروكس ذبابات الفاكهة، مثلاً، تسير غالبا في الاتجاه المضاد للاتجاه الذي قد تتنبأ به نظرية الانتقاء الجنسي. وقد أظهرت دراسات نفس الباحثين على أسماك الغاب أن الإناث غالبا ما يكن كسالى، ولا يقمن بأي جهد لاختيار شركائهن بعناية، وإنما يتشاركن في الجنس عشوائيا. وأخريات يقمن بالاختيار، لكن ظاهريا على أساس الخبرة السابقة بدلا من الصفات الجينية. وهناك أولئك اللاتي يبذلن بعض الجهد في فحص

الذكور، لكن ذلك بأي طريقة ليس هو المعيار. وكما أشار البيولوجي ستيفن روز، على الرغم من أن ذلك يبدو فكرة قاهرة، فإن الدليل الأوَّلي على أن الانتقاء الجنسي يقوم على الانطباع الذي تتركه صفات الذكر، دليل ضعيف، ويصدق ذلك حتى بين الطواويس، المثال "الكلاسيكي". وما هو أكثر من ذلك، هناك أدلة تقترح أن مفتاح نجاح التكاثر يكمن في مكان ما غير استعراض القوة الغاشمة.

أمضت إليزابت فورسجرن شهرين من عام 1994 تلعب دور وسيط الزواج في محطة كلوبان البيولوجية على الشاطئ الغربي للسويد. كانت تقوم بدراسة سمك القوبيون الرملي، وهي السمكة التي تسبح حول المياه الضحلة لسواحل أوربا، حتى إنها اصطادتها من خليج رملي ضحل ووضعتها في خزانات في المحطة. كانت السمكة تتغذى على بلح البحر الطازج الذي كانت تقدمه لها فورسجرن، وفي المقابل بينت هذه الأسماك لها كيف يمكن أن يكون الانتقاء الجنسي معقدا.

أولا تركت فورسجرن ذكرين يتقاتلان من أجل موقع أفضل لوضع البيض. كان الرابح عادة هو الذكر الأكبر قليلاً. ثم قامت بإعطائهما فقسة من البيض لحمايتها من السرطان المغير. اتضح أن ذكر السمك الأصغر هو الحامي الأفضل وليس بالأحرى الذكر الأكبر المهيمن. وأخيرًا تركت سمكة أنثى تختار من بينهما، وعادة تقريبًا تذهب الأنثى – التي لم تعلم شيئًا عما حدث من قبل– إلى الذكر الذي كان أفضل في حماية العش وليس الذكر الأكبر المهيمن.

ولا يعني ذلك القول إن النظرية العيارية للانتقاء الجنسي عارية من بعض الصدق. وأحد الأمثلة التي تستخدم كثيرا هو ختم الفيل: تحارب الذكور بعضها بعضا من أجل الوصول إلى الإناث. يكسب الذكر الأكبر والأقوى ويصبح شريكا للأنثى. وعلى مدى دورات متعاقبة أدى ذلك إلى أن ختم الفيل الذكر قد أصبح أكبر كثيرا وأثقل من ذلك الذي للأنثى، وحيث إن الذكور الأكبر في المجموعة هي التي ستصبح آباء الجيل القادم، فإن ذكور الجيل التالي ستصبح أكبر من أولئك الذكور في الجيل السابق.

ومع ذلك، ومن وجهة نظر روفجاردن هنا كاستثناءات عديدة لهذه الفكرة، بحيث علينا أن نبحث في مكان آخر عن تفسير لاستعراضات المغازلة. أما الخواص الجنسية الثانوية، مثل ذيل الطاووس، فقد لا تكون مؤشرًا على الجينات الجيدة، ولكن على

صحة عامة جيدة، كما تقول روفجاردن. فالحيوان الذي في صحة جيدة سيكون قادرا كذلك على تنشئة وحماية المزيد من الذرية وإنتاج أعداد أكبر من الذرية تنمو حتى تصل إلى البلوغ، وسيسهم ذلك في تعويض تكلفة التكاثر الجنسي. بكل تأكيد تناسب هذه الفكرة اكتشاف فورسجرن أن بعض إناث السمك تختار الذكر الأفضل وليس الأكبر.

وما هو أكثر من ذلك، فإن الفشل في ترك انطباع لا يجعل الأعضاء الذين لا يتمتعون بالرغبة فيهم من المجموعة يبتعدون، وهم يقومون بأدوار أخرى. فالحيوانات التي لا تنشغل بالتكاثر ما زالت تشارك في رفاهية المجموعة وتماسكها وجمع الطعام وتقديم الحماية والرعاية، ربما للعودة من أجل فرصة للجماع بعد ذلك. ومثل هذا النشاط في الارتباط، ربما يكون هو الأصل في السلوك المثلي الجنسي، كما تقترح روفجاردن، والذي له وجود كلي في العالم الطبيعي.

يورد بروس باجميل في كتابه عن الحب الذي استغرق إعداده عشر سنوات، الغزارة الجنسية: المثلية الجنسية عند الحيوانات والتنوع الطبيعي، يورد أنه قد تم توثيق الارتباط في سلوك جنسي غير إيجابي في أكثر من 450 نوعًا – بما في ذلك أزواج دائمة لفترات طويلة. وقد شوهد زوج من ذكور البجع الأسواد يقيمان عشا مع بعضهما، ويرقدان على بيض (مسروق)، ويقومان بتنشئة أوز عراقي متكيف تمامًا. وما هو أفضل من التكيف في الحقيقة، هو أن البجع مثلي الجنس يحرز نجاحا كبيرا في معدل تنشئة الصغار أكثر من الأزواج متباينة الجنس.

وقد أكملت روفجاردن عمل باجميل في كتابها قوس قزح التطور، فقد أحصت العدد الكلي لأنواع الفقاريات التي شوهدت في جماع "غير قياسي" ووجدت أنه يصل إلى نحو ثلاثمائة. ويمكن عرض الكثير من الأمثلة، مع ذلك. وقد استغرق عمل باجميل عقدا من الزمن جزئيا لأن البيولوجيين يكتمون التقارير حول السلوك مثلي الجنس في العالم الطبيعي. وقد أخبر أحد البيولوجيين باجميل أنه لو أقر بأنه شاهد الحيوانات في مجتمع مثلي الجنس، فإن ذلك سيكون "أكبر من قدرته عاطفيا". وقد أقر آخرون بتوثيق السلوك مثلي الجنس في الحيوانات، لكنهم لم ينشروا ذلك إلا بعد حصولهم على وظيفة دائمة.

لا يتناسب هذا الجماع مع الفكرة الرئيسية بأن الجينات أو على الأقل الكائنات

عاكفة بشدة على مكاثرة نفسها. ومع ذلك فهي تتناسب مع فكرة الدور الاجتماعي من أجل الجنس، ومع فكرة أن التكاثر الجنسي هو عروة العقد، وناتج ثانوي لبعض الظواهر الأخرى.

فإذا كانت روفجاردن تقصد شيئًا، فهو أنها تعتقد أنه يمكن أن تكون له تضمينات ثقافية وكذلك علمية. وهي تقول لقد أتلفت المعتقدات التقليدية (الأرثوذكسية) ثقافتنا مثل الحمض المستخدم في البطارية. وعموما، فنحن نلعب الأدوار التي وصفتها لنا هذه الثقافة – ذكر شرس وأنثى خجول– إن الحيود عن هذه "المعايير" ينتج عنه عنف جسدي، وتعصب أعمى، وشعور شخصي بالذنب وسلوكيات إجرامية. فإذا كانت البيولوجيا قد أخطأت في هذا الشأن، فإن المعتقدات الجديدة قد تقترح تسريب التسامح، وربما سينتهي الأمر بالانتشار الغريب للتكاثر الجنسي بأن تصبح له تداعيات عميقة خارج العلم وليس في إطاره.

ليس كل شخص مقتنعًا بحجة روفجاردن، ومع ذلك في الواقع معظمهم ليس مقتنعا. وقد كتب ستيفن روز قائلا عندما عرض كتاب "قوس قزح التطور" في الجارديان، "إنني أجد هذه نظرية قاهرة – لا أقل ولا أكثر من ذلك – أكثر من الانتقاء الجنسي، على الأقل بالنسبة للأنواع الاجتماعية". ومع ذلك، وفي اللحظة الحالية، يحتاج منظرو التطور إلى النظر إلى كل القادمين في ضوء التكاثر الجنسى، أما الانتقاء الاجتماعي فهو إمكانية محيرة.

وبسهولة، فإن أكثر ما يثير الفضول حول هذه الإمكانية هو، إذا كان الموت هو أصل الجنس (كون الجنس ضروري للحياة في بيئة غنية بالأكسجين)، كان إمرار الجينات إلى الجيل التالي هو عروة العقد وليس الحافز الأوَّلي في العالم الطبيعي، إذن ربما كان انتقاء المجموعة في التطور ليس هو الفساد الذي قال به دوكنز. وقد يجعل ذلك من هجوم جوشوا ميتلدورف على الموت على أنه تطور من مظهر أصلي كسمة لحياة اليوكاريوت في منظومة تفسح مكانا للأجيال الجديدة – بالعودة إلى دنيا الممكن. وتتطابق وجهة نظر ميتلدورف في الأساس مع تلك التي جاء بها أوجست وايزمان في 1889 (لكنه تبرأ منها فيما بعد)، وبذا يمكن القول: إنه بتغير وجهة نظرنا في الجنس قد نستطيع تنقية المادة الداكنة في الموت – مع النظرية الأولى الأكثر وضوحا. وتبدو تقريبًا في منتهى السهولة،

لكن ربما كان الجواب أمام أعيننا يحدق في وجوهنا طول الوقت. فهل يمكن ألا يكون الجنس هو أهم شيء في الحياة، وأن انتقاء المجموعة يقع خلف الجنس والموت؟ وهل يمكننا حل معضلة أمرين شاذين معا؟.

إذا كان الانحدار نحو الموت وصعود الجنس قد بدأ في المحيطات، فإن قصة أنثى الأخطبوط تقدم نتيجة مناسبة لهذه الرواية – وإيماءة نحو الشذوذ التالي. فهذا المخلوق هو الكائن الذي حلم به جورج وليم، شهادة ذات مجسات لسلطة تعدد النمط الظاهري المضاد. فهي تفرخ مرة واحدة في حياتها ثم تفقد إرادة الحياة، وفي غضون عشرة أيام من فقس بيضها تتضور جوعا حتى الموت. وهذا موت مبرمج. وفي 1977 قام العالم النفسي جيروم وودنسكي بإزالة الغدد الضوئية لأنثى أخطبوط بعد أن فقست، مانعا بذلك إفراز الهورمون الذي يسبب التضور جوعا حتى الموت ذاتيا. وبذلك أزيلت البرمجة، فاستمرت الأنثى في حياتها طويلا بعد التكاثر.

وأنثى الأخطبوط –حرفيا– شهيدة هورموناتها. ولسنا مختلفين عنها. وإذا فكرنا أننا نختار أن نأكل، أو أننا نختار أي شيء على الإطلاق، فنحن مخطئون بمرارة. فالوهم – أو بالأحرى الخداع – المصاحب لحرية الإرادة هو الأمر الشاذ التالي لدينا. وربما يكون أكثرها إزعاجا.

11

الإرادة الحرة

قراراتك ليست خاصة بك

في ربيع 2007 وفي معمل في البدروم في وسط لندن، قمت بدور بينوتشيو بالنسبة لجيبتو باتريك هاجارد(*). وهاجارد أستاذ في معهد لندن لعلم الأعصاب المعرفية في كلية الجامعة، وكانت لديه آلة غريبة الشكل تشبه مفتاحا هائلا في الرسوم المتحركة، شيء يمكن استخدامه لشحن شيء تتصوره فأرا في حجم إنسان، ووضعها على الجانب الأيسر من جمجمتي. وعندما وصل للوضع المضبوط ضغط على بدالة بقدمه فتحرك إصبع السبابة لديّ. حرك المفتاح قليلا فتحرك إصبعي الأوسط، ثم الإصبع الثالث. رحرك المفتاح قليلا فأخذ إصبعي الأوسط والثالث يرتعشان. وإذا كان قد درس خريطة جمجمتي جيدًا وشغل الآلة لأمكنه تحريك ساقي وذراعي. وبهذا المفتاح يستطيع عمل أي شيء تقريبًا.

وهذه الحيلة هي المفضلة عند علماء الأعصاب. وتسمى "التنبيه المغناطيسي عبر الجمجمة"، وهي تستخدم ملفين كهربيين ليكونا مجالا مغناطيسيا، يقوم بحثّ تيار في المخ. وبمساعدة هذا الجهاز يستطيع الباحثون فحص وظائف المناطق المعينة في المخ. قام

(*) Pinocchio شخصية من إبداع كارلو كولودي، نحتها نحات خشب اسمه جيبيتو في قرية إيطالية، ومع أنه من خشب لكنه كان يأمل أن يصبح إنسانًا. (المترجمان).

هاجارد بتطبيق ذلك على نفسه، كما يقول. وكنت سعيدا بهذه الخبرة في تلك المرة فقط. فأنا في الواقع لا أحب أن يتحكم أحد في جسمي.

ولابد أن أعد نفسي محظوظا، فعلى الرغم من ذلك، يضطر بعض الناس أن يعيشوا وهم فاقدو التحكم اليومي. فهؤلاء الذين يعانون من"أعراض اليد الغريبة" –(alien hand syndrome)– مثلا، قد يجدون أنفسهم تحارب إحدى يديهم الأخرى. وكما يقولون كثيرا، إن إحدى يديهم "لها عقل خاص بها". وقد يحاولون وضع قدح بيدهم اليسرى فيجدون أن يدهم اليمنى تحاول التقاطه. أو عندما يقومون "بتزرير" قميص بيدهم اليسرى تقوم اليد الغريبة بخنق الشخص، ولا ينقذه إلا محاربتها باليد الأخرى. وينام هؤلاء البؤساء بيدهم الغريبة مربوطة إلى السرير، مجرد احتراز.

ولمثل هذه الغرابة تفسير صريح. فهي تنشأ من آفات أو إصابات في مخ المريض. وهناك وفرة من الأمثلة: الرجل الذي حوّله ورم في مخه إلى مستغل للأطفال جنسيًا، والرجل الذي جعله التلف الذي لحق بمخه أن يخطئ في زوجته ويعتبرها قبعة. والدرس الذي نتعلمه من كل ذلك أن عقولنا لا توجد معزولة عن المادة الفيزيائية لأجسادنا. وعلى الرغم من أن تلك مشاهدة مخيفة وغير مرغوبة، فإننا آلات للمخ. وليس لدينا ما نعتقد أنه حرية الإرادة.

ويمكن استخلاص هذا الاستدلال من عقود من التجارب القابلة للنسخ والتكرار، ومع ذلك ليس لذلك مغزى. وكبشر فإننا مقتنعون تماما باستقلاليتنا، وبتقرير مصيرنا، وبإرادتنا الحرة. ومهما تحدثت مع أي شخص فكلهم تقريبًا سيقولون إن مثل هذه النتائج التجريبية شاذة، وهي لا تتواءم مع إطار خبرتنا الواعية. تحدث مع باتريك هاجارد، مع ذلك، وسيخبرك أن الشذوذ والفضول، يكمنان في خداع الذات، في وهم حرية الإرادة التي نتشبث بها بهذه الدرجة من الشدة. وليس هاجارد وحده، فمعظم علماء الأعصاب متفقون معه. لكن القليل منهم ما زال متشبثا بالإرادة الحرة، ويصفون نتائج التجارب بأنها شاذة. والصراع على أشده في هذا الشأن. وهناك أمر يتعلق بالإرادة الحرة ليس له مغزى، وحل هذا الشذوذ سيحدد ما الذي يعنيه أن تكون بشرًا.

قل لمعظم الناس إنهم لا يملكون إرادة حرة، وسيخبروك بالقطع أنك مخطئ. وقد كتب ألبرت آنيشتاين في 1931 يقول "يدافع الرجل عن نفسه حتى لا ينظر إليه على أنه شيء

عاجز في مسار العالم". وإذا كانت مناهجه في الفلك والكوسمولوجيا (أصل الكون) تعبّد الطريق نحو دفع الإنسان بعيدا عن مركز الكون، فإن علوما أخرى ليست متخلفة عن ذلك كثيرا، و لم تدع للإنسان سوى حرية الإرادة لتدل على أننا شيء خاص. بل حتى هذه قد تفقدها عاجلاً، مع ذلك.

في 1788 وضع "إيمانويل كانت" مشكلة حرية الإرادة على قدم المساواة مع الرب والخلود. وقال إن هؤلاء هي الأشياء الثلاثة التي ليست في متناول ذكاء البشر. ربما كان كانت مخطئًا، مع ذلك، فعلماء الأعصاب قد أخذوا يتعلمون شيئا فشيئا كيف يزيحون الستار عن ذلك.

كان أول شخص يحدث ثقبا في وهم الإرادة الحرة هو بنيامين ليبيت. وليبيت الذي توفي في 2007 في عمر الواحد والتسعين يعتبر أسطورة في علم الأعصاب. لكن، ربما ليس للسبب الذي يحبه هو نفسه.

في أواخر سبعينيات القرن العشرين كان ليبيت مشاركا في مناقشات مائدة مستديرة حول حرية الإرادة مع عالم الفسيولوجيا الحاصل على نوبل جون إيكلز، وقد أشار إيكلز إلى كشف حديث عن إشارة المخ التي تسبق أي فعل إرادي، وتسمى جهد الاستعداد، تنطلق قبل الفعل بثانية أو أكثر. وفي هذا الوقت كان إيكلز يعتقد أن الإرادة الحرة الواعية تبدأ أي فعل إرادي وكل فعل إرادي. وبذلك قال إيكلز، لابد أن يسبق الوعي أي فعل إرادي بثانية على الأقل. وفورا أقر ليبيت بأن تلك كانت مقولة إيمان، و لم يكن هناك دليل يؤيدها. وهكذا أخذ يبحث عن هذا الدليل.

أخذ ليبيت مجموعة من المتطوعين، وأوصلهم من رؤوسهم ورسغهم بأقطاب، وطلب منهم القيام بعمل بسيط جدًا. كان عليهم أن يحدّقوا في ساعة وأن يضربوا على رسغهم كلما أرادوا ذلك. ثم كان عليهم أن يبلغوا متى كانوا مدركين أولا لنية القيام بهذه الحركة.

وبواسطة الأقطاب الموصلة بفروة الرأس، كان ليبيت يقيس الإشارة المتنامية لجهد الاستعداد. وكانت أقطاب الرسغ تعطي الوقت بالضبط للنشاط العضلي. وعندما قدم الأشخاص أزمنة وعيهم بنيتهم للحركة، كانت النية دائما تأتي قبل الفعل.

وحتى الآن كانت الأمور جيدة. لكن ذلك جيد طالما كانت هناك أخبار طيبة. وقد وجد ليبيت أن شغل المخ بالإعداد، جهد الاستعداد، يسبق الوعى بالنية، ويسبقها كثيرًا. كان المخ يأخذ في الاستعداد للحركة قبل حدوثها بنصف ثانية، وفي المتوسط كان ذلك يحدث نحو 350 ميللي ثانية قبل حتى أن يدرك الشخص أنه سيقوم بالحركة. وبحلول زمن خبرة الوعي بنية الشخص في الحركة، كان مخه في كامل سرعته منطلقا. ومهما فكر الشخص أنه كان يقرر واعيا ماذا يفعل، لم يكن ذلك هو الذي يأتي بالحركة.

فوجئ ليبيت تماما بهذا الاكتشاف، وفي الحال أخذ يبحث لينقذ حرية الإرادة البشرية في المخرج الوحيد الذي استطاع إيجاده. هناك زمن يمضي بين إدراك النية للقيام بالفعل والفعل نفسه، قال ليبيت ذلك، وهو زمن من أجل حق الرفض (الفيتو). فيمكننا الإتيان بقرار واع ألا نتبع مسار الفعل الذي كان مخنا على وشك إنجازه. وبذا تم رسم الخطوط في المعركة من أجل الطبيعة الأساسية للبشرية.

على الحائط في مكتب هاجارد مقطع شعري كتبته ابنته. اسم المقطع "قصيدة من أجل والدي" وهي تصف فيها أسباب حبها له. بالنسبة لطفل، فإن حب الوالدين أمر مسلم به، ومع ذلك فللطفل مشاعر يشعر أو تشعر بها ويمكن ترشيدها وتبريرها. وقد اكتسب هاجارد حب ابنته، كما تقول في قصيدتها: فهو يساعدها في أداء واجباتها المنزلية، ويصحبها للسباحة، وهلم جرا. أما أكبر الأسباب فهو لأنه يحبها.

هل ذلك سلوك الآلات؟ وهل نرغب في الواقع أن نسمح للعلم أن يختزل السلوك البشري -سباحة وواجب منزلي وحب- إلى قدح الخلايا العصبية الذي لا يعتمد على الإرادة الواعية لأي فرد؟ ثم إن هناك قضية الصواب والخطأ، فقد شيدنا حضاراتنا، ودياناتنا، ومجتمعاتنا على مفهوم أن الناس لابد أن يكونوا مسئولين عن أفعالهم. وبالتأكيد، كل ما نرغب فيه هو تطوير نظرية علمية للإرادة البشرية إذا أجازت مفاهيمنا حول المسئولية الأخلاقية؟ كانت تلك بالتأكيد وجهة نظر ليبيت- وبالذات منذ أن شعر بأن تجربته قد تكون معيبة. وهو يقول، "المشاعر البدهية حول ظاهرة الإرادة الحرة ستشكل قاعدة أساسية من أجل وجهة النظر حول الطبيعة البشرية" ويضيف، "لابد من اتخاذ الحرص الشديد حتى لا نعتقد في مزاعم الاستنتاجات العلمية حولها، والتي تعتمد في الواقع على افتراضات خافية لهذا الغرض بالذات". وقد اقترح أن أي نظرية تنكر

الإرادة الحرة هي "أقل جاذبية" من تلك التي تستوعبها. وما لم يكن هناك دليل آخر على العكس، فلماذا لا "نتبنى ببساطة وجهة النظر القائلة بأننا نملك إرادة حرة"؟

كان ليبيت على حق، على الأقل في أحد الأمور. ففكرة الإرادة الحرة بالتأكيد لم تقتل بحثا بواسطة علماء الأعصاب. وبروتوكولات تجارب ليبيت ليست دقيقة بما يكفي للخروج بنتيجة منها. وبينما كنا نتحدث في مكتبه بالطابق الثاني، وضع باتريك هاجارد كمبيوترا محمولا على الطاولة أمامي. كان عليّ أن أجرب نسخة من روتين ليبيت التجريبي، كما قال هاجارد. وهذا أكثر من أي شيء آخر هو الذي أظهر لي لماذا لم تضع تجارب ليبيت نهاية حاسمة للإرادة الحرة.

وبالقطع كانت هناك صعوبات تصاحب التجربة. ففي نسخة هاجارد كان عليّ أن أضغط مفتاح F 9 بينما يجري استخدام ساعة إيقاف تدور بسرعة على الشاشة لملاحظة الوقت ذهنيا الذي يحدث فيه "إنني مدرك للإرادة" لتحريك إصبعي. كانت هناك وفرة من فرص الخطأ التجريبي. فكيف، على سبيل المثال، أتغلب على رغبتي في الضغط على المفتاح عندما تصل الساعة إلى نقطة معينة على الدائرة؟ وكيف أفصل إدراكي بقراءة الساعة عندما أقرر الضغط على المفتاح عن إدراكي للقراءة عندما أشعر بأن إصبعي يضغط عليه؟ وما الذي يمكن أن يعنيه ذلك "إدراك الإرادة في الحركة"؟

كان هنا أناس كثيرون قبلي، كما يقول هاجارد. وللرد على المشكلة الأولى، يقوم الباحث الذي يجري التجربة بإخبار الأشخاص موضع الاختبار مرات ومرات متكررة بأنهم هم المعنيون وليست الساعة. ثم يقومون باختبار البيانات وهم يبحثون فيها عن أنساق في التوقيت تنحرف بالنتائج. أما الاعتراض الثاني فهو أكثر إثارة ويتضمن شيئا يدعى "عبر الوسائط الزمنية: cross-model synchronization".

إذا حدث يوما ما أن شاهدت فيلما سيئ الدبلجة المصاحبة، فإنك ستعاني من صعوبة مزعجة في تتبع الحوار. وينشأ ذلك بسبب المشاكل مع عبر الوسائط الزمنية الخاصة بك. فأنت تشاهد شفاه الممثلين وهي تتحرك، ويستقبل مخك هذا المدخل البصري بسعادة. أما الصعوبة، فهي في المدخل الصوتي الذي يجيء عبر قناة مستقلة. فمخك يعلم أنه من أسهل الأمور فهم الحديث عندما يكون لديك المدخل البصري – قراءة الشفاه– وبذا فهو يحاول أن يضع المدخلين (القناتين) أو الوسيطين معًا.

ومخك هنا متسامح بشكل مفاجئ. فإذا كانت قناة الصوت غير متزامنة بنحو 50 ميللي ثانية، فإن الأمر لن يحدث مشكلة، ومخك لن يكتشف ذلك. وذلك هو مستوى الخطأ المسموح به عند دبلجة الأفلام، أما أكثر من ذلك، فسيجعل الناس يقذفون بالأشياء على الشاشة.

ويصدق الأمر نفسه على الأشخاص الذين يختبرهم ليبيت عندما يوفقون التزامن بين مشاهدة الساعة مع إدركهم للنية. فالإدراك وسيط داخلي، بينما تجيء قراءة الساعة عبر الوسيط البصري. وقد بينت الاختبارات أن الناس يخطئون في توفيق التزامن ما بين 50 و150 ميللي ثانية. ولا يغطي ذلك بأي وسيلة فجوة الـ 350 ميللي ثانية بين الإثارة اللاواعية والدافع الواعي للقيام بالحركة.

وهاجارد مقتنع أنه لايوجد شيء اسمه الإرادة الحرة. والاعتراض الثالث، الذي يحدد "مدرك لإرادة الحركة" إشكالي، ويسلم هاجارد بذلك. لكنه يقول، نحن نتجادل حول الدلالات الآن، فأنا ألعب مباراة غبية إذ أحاول إغلاق الفجوة بالتنازع على تفاصيل التجربة، ويقول إنها هناك، ولتتعود عليها. أجل، فالتجربة بها الكثير من العيوب. أجل وهي ليست الطريق الصحيح تماما لإثبات الطبيعة الدقيقة للفعل الإرادي في مواجهة الفعل اللا إرادي. لكن وهو يهاجم الآن ما البديل؟ فهل أعتقد أنني أملك إرادة حرة؟ وهل أعتقد أن التفكير الواعي يستطيع أن يجعل مخي يقوم بالأعمال؟ أين هذا الشيء، إنه في مكان ما داخل مخي الحسي، ذلك الذي يجعل مخي يقفز إلى الفعل ويحرك إصبعي؟ ولا مهرب منها، كما يقول هاجارد: "نياتنا" الواعية نواتج ثانوية لشيء ما يحدث بالفعل. وإثبات ذلك بلاشك أمر صعب طبعا. لكن، في عقل هاجارد، كان هناك رجل أقرب ما يمكن عن أي شخص آخر. وليس هو بنيامين ليبيت.

في بداية تسعينيات القرن العشرين كان إسحاق فرايد، جراح الأعصاب بكلية الطب جامعة ييل يجري عملية جراحية على مخ المرضى المصابين بالصرع بصورة شديدة. وكانت ظروفهم من السوء بحيث كان لابد من استئصال جزء من مخهم من أجل إيقاف الحريق الذي كان يشتعل في عصبوناتهم (خلاياهم العصبية). ولاكتشاف أي العصبونات يمكن استئصالها، كان فرايد يوصل شبكة من الأقطاب بمناطق معينة من سطح المخ، وكانت الفكرة مراقبة العصبونات فائقة النشاط.

وبجوار الاستخدام الإكلينيكلي، قدمت تلك المواقف كذلك فرصة غير مسبوقة لتنشيط مناطق صغيرة من المخ بواسطة تيار كهربي لاكتشاف ما يحدث. كانت فرصة للخرطنة، وإذا شئت، شيء ما قد يساعد في تقدم فهمنا لكيفية عمل المخ. وقد اغتنم فرايد هذه الفرصة بكل طاقته، وحصل على نتائج غير متوقعة.

وقد حفز فرايد وفريقه 299 موقعا في المخ في ثلاثة عشر مريضا، وقد استجاب من تلك المواقع 129 موقعا. وكانت معظم الاستجابات ببساطة حركات للجسم. وأنا أقول "ببساطة"، وكأن ذلك ليس غير عادي بما يكفي. كان فرايد وفريقه يمررون تيارا كهربيا إلى مناطق معينة من المخ ويستحضرون الحركات– أحيانا مجرد مفصل ينثني أو مجموعة عضلات في الوجه قد تنقبض. وأحيانا قد يستطيعون تحضير استجابة أكبر: فيتخذ المريض وضعًا معينا، فتمد عنقها وتدير رأسها ناحية اليمين مثلاً. وبكل المقاييس كان ذلك غير عادي.

لكن ذلك لم يكن أكثر الأشياء غير العادية غرابة. وما كان في الواقع صادما بالنسبة للباحثين، هو ما قاله المرضى في تقريرهم بأنهم كانوا يشعرون "بالحث". حث لأحرك ذراعي اليمنى. حث لأحرك ساقي اليمنى إلى الداخل. حث لأحرك إبهامي وسبابتي. وعندما قام الباحثون بزيادة التيار قليلا، فإن ذلك بالضبط ما حدث: تحول الحث إلى فعل، الفعل نفسه الذي ذكر المرضى أنهم كانوا يُحثون للقيام به.

كل ذلك بضربة من مفتاح. تسيد الباحثون على إرادة المرض، ثم بتقديم القليل من العصير تسيَّدوا على أجسامهم.

ويمكن القول، كما وصفهم هو نفسه، إن باتريك هاجارد قد استعبدته هذه الاكتشافات، وقال "سيكون أمرا حاسما أن نفعل معك ذلك".

وهو لا يرغب أن يعبث أحد بمخه، ومع ذلك، هذا هو السبب الذي جعلنا نذهب في النهاية إلى معمله في البدروم. والمحاكاة المغناطيسية عبر الجمجمة هي نسخة غير مباشرة وبالتالي أقل تأثيرا مما فعله إسحاق فرايد مع مرضاه بالصرع. لكن في الجوهر، هي الشيء نفسه.

ولابد أن أعترف بأنني بمراقبة هاجارد وهو يحرك إصبعي، توتر إحساسي بنفسي

حتى النهاية. وقد بدا لي الإصبع مثل إصبع شخص آخر. ومع ذلك، كان الأمر مفيدًا: فقد أظهر لي شيئا أكثر حول تجربة ليبيت. ومهما كانت مشاكلي مع عبارة "مدرك للإرادة في التحريك"، فإن هناك فرقًا كبيرًا بين الحركة التي تأتي من نيتك الواعية والحركة التي تأتي من حسنا، فيما يبدو، من لا مكان على الإطلاق. وهي ليست انعكاسا مثل التملص من حمامة تطير منخفضة في سنترال بارك أو فرد ساقك عندما يطرق الطبيب أسفل صابونة ركبتك. وليس الأمر مثل ضرب كرة بيسبول مسرعة. وتشعر كل تلك الأشياء مثل القدرات البشرية، وربما لا أعرف كيف أفعلها، لكن على الأقل أنا أعرف أنني الذي فعلها. وهذا أمر مختلف. لم أكن أنا. وأن تكون دمية لدى باتريك هاجارد كان بمثابة إلهام، لقد زاد اقتناعي بأنني لا أملك إرادة حرة.

وتهاجم أدبيات علم الأعصاب وهم الإرادة الحرة من زاوية أخرى أيضًا: وقد بين علماء الأعصاب مرارا وتكرارًا عندما يتعلق الأمر إلى النية والتحكم، فإننا مخدوعون ذاتيا فربما نكون مقتنعين أننا نملك إرادة حرة، لكن لابد من معالجة أي وكل مثل هذه القناعات بجرعة كبيرة من الشك.

وقد برهن كل من دانيال ويجنر وثاليا ويتلي على ذلك في 1999، مع نسخة معتادة من الشيء الذي دعاه ببعض التسلية "لوحة ويجا المنزلية". كان الأثنان يعملان بجامعة فرجينيا في ذلك الوقت، وقد قررا أن يختبرا ما يعتقده طلاب علم النفس حول تحكمهم في حركات أيديهم. كان الطلاب يحصلون على درجات على مشاركتهم في ذلك، أما الباحثان فقد ربحا نتائج كلاسيكية كثيرا ما يستشهد بها.

تضمنت التجربة الخداع منذ أول لحظة. كان كل طالب يصل من أجل إجراء التجربة في الوقت نفسه عندما كان شخص ما قد دخل في هذه الخدعة. كان الطالب يعتقد أن هذا الشخص في الداخل كان أيضًا من المشاركين المحليين، وبدأ يباشر العمل إلى جوار هذا الشخص.

كانت لوحة الويجا عبارة عن فأرة كمبيوتر مع لوح مربع مصمغ من أعلى، كان على الزوجين أن يضعا إصبعيهما على الجانب من اللوح الأقرب لكل منهما. وكان يطلب منهما أن يحركا الفأرة معا، في دوائر بطيئة ماسحة، تحرك المؤشر حول شاشة الكمبيوتر. وكانت الشاشة تظهر خمسين لعبة: بحعة وسيارة وديناصورًا وهلم جرا. وكان عليهما

أن يتوقفا كل ثلاثين ثانية عن تحريك الفأرة ويقيم كل منهما وحده، كلما كانت نيته في إيقاف المؤشر في هذا المكان.

كان الاحتيال معقدا، متضمنا تعليمات خفية للشخص الذي كان بالداخل، لكن النتائج كانت واضحة. فعلى الرغم من أن كل حركات المؤشرات وكل الوقفات كانت تعود لعمل الشخص الداخلي، فإن الطلاب كانوا يقررون أن الإيقاف كان بنيتهم. وكانوا يصدقون أنفسهم بأنهم اتخذوا القرار عندما كان واضحا بالنسبة لكل شخص آخر أن الأمر لم يكن كذلك.

كما أجرى ويجنر كذلك تجارب متعلقة بذلك، فكان يسأل الطلاب أن "يقرأوا حركات العضلات غير الواعية" لشريكهم الطالب. وفي هذه الدراسات كان الطلاب تحت انطباع أنهم وشركاءهم قد سمعوا أسئلة بسيطة مثل"هل واشنطن .D.C عاصمة الولايات المتحدة؟" كان الطلاب يضعون أصابعهم على قمة أصابع شركائهم، وكان عليهم أن "يشعروا" برد فعل شركائهم، ثم يضغطون على الزر المناسب: نعم أم لا.

وفي الواقع، كان الشريك – من الداخل كذلك– لم يسمع شيئًا، وبذلك لم تحدث عنده استجابة أو رد فعل. كان الطلاب يحصلون على إجابات صحيحة 87 بالمائة من الوقت– كانوا يرجعون الإجابات إلى تأثير شركائهم 37 بالمائة من الوقت. وبعبارة أخرى كانت الإجابات الصحيحة تنتج تلقائيا من دون مساهمة واعية. وكان توقع الحركة اللا إرادية من شركائهم كافيا لتفجير خبرة الإرادة الواعية.

والاستنتاج، هو أن تصوراتنا وأفعالنا ونياتنا طيعة بدرجة خطيرة. ونحن مثل أطفال صغار يجلسون أمام رواق لعبة سباق، فحتى لو لم تكن هناك نقود قد وضعت في الآلة، فإن السيارات على الشاشة تتسابق في شكل استعراض، وهم يقبضون على عجلة القيادة ويديرونها للأمام وللخلف، ويعتقدون أنهم يقودونها. ويعتقد ويجنر وويتلي أن هذه الأنماط من الظواهر تكمن وراء مهارات الكثير من الترفيهيين على المسرح. وقد كتبا في عدد يوليو 1999 من مجلة السيكولوجي الأمريكي، "الاعتقاد بأن الوعي هو الذي يسبب أفعالنا خطأ قائم على خبرة الخداع للإرادة، تشبه كثيرًا الاعتقاد بأن الأرنب قد خرج من القبعة الفارغة".

وعلى الأرجح فإن الأمر يظهر التنويم المغناطيسي، وقراءة الأفكار والخداع، كلها تستفيد من قبضتنا المرتعشة على الطبيعة الحقيقية لإرادتنا الحرة الواعية. اقلب الأمور رأسا على عقب، وستستطيع التحايل على الناس ليعتقدوا أنهم يتسببون في حدوث شيء ما. غير من التجهيزات، وسيمكنك أن تحتال على الناس ليعتقدوا أن شخصا آخر يتحكم في سلوكهم. أو أن تجعلهم يعتقدون أنهم قد راقبوا بحرص شديد كل جزء من تسلسل الأحداث. وتقدم مسارح العالم كلها الدليل على هذه الفكرة إلى المعامل: تحت إشراف رجال الاستعراض والسحرة المخادعين، قام آلاف الناس بتحريك الكأس حول منصة الويجا دون إدراك بأنهم يفعلون ذلك بأنفسهم. ومجرد إثبات لكيف هي مقاومتنا غير عادية للواقع نحن البشر، يجيء مع المعلومة بأنه تقريبا طول الوقت الذي كان فيه السحرة والمحتالون يتربحون من هذه الظاهرة – منذ قرن ونصف قرن مضى– يصبح لدينا تفسير جيد، ومنطقي، وخال من الروحانيات لذلك الأمر: حركات فكرية –(ideomotor movements)–. وهذه حركات محرك دقيق غير واعية تنشأ وتتضخم من خلال التوقع المركز للحركة. وقد تم تحديدها أول مرة على أنها "تأثير الاقتراح في تعديل وتوجيه الحركة العضلية، مستقلة عن الإرادة" في 1852 بواسطة السيكولوجي وليم بنيامين كاربنتر. والنتيجة حركة كبيرة ليس للشخص إدراك بأنه هو مسببها.

أخذ السيكولوجي والفيلسوف وليم جيمس، شقيق الروائي هنري، عصا كاربنتر وركض بها، مجريا تجارب ليبين فقط كم هو سهل بالنسبة لنا أن نتجنب إرادتنا. وفي 1890 وضع اكتشافاته في كتاب "مبادئ علم النفس: –"The Principles of Psychology"– حيث قال "كل تمثيل ذهني لحركة يوقظ بدرجة ما الحركة الفعلية التي هي موضوعه" فإذا لم يكن هناك ما يوقف تلك الحركة فإنها ستنمو، كما قال.

كان جيمس أول من أدرك أن كل أوهامنا عن التحكم هي تماما كما لو قلنا بعبارة أخرى تأثير لوحة الويجا. وقد أشار أن أمرا بسيطا كمغادرة الفراش في الصباح قد يكون بالمثل مشكلة. وفي الحقيقة كان جيمس يعتبر أن فعل مغادرة الفراش "يتضمن في صورة مصغرة بيانات لسيكولوجية الإرادة كلها". وربما يتطلب الأمر ذهنا غير تقليدي ليرى في مغادرة الفراش أمرًا مثقلاً بالمعاني. كان جيمس بالتأكيد غير تقليدي، فقد استخدم أدوية

مثل نترات الإميل ومخدر البيوت في دراسته لخبرة الصوفية الباطنية (وادعى أنه تحت تأثير غاز الضحك فقط يمكن أن يفهم فلسفات هيجل). ومع ذلك فإن مشاهداته حول كيف هو صعب مغادرة الفراش في الصباح، هي بالأحرى ثاقبة.

نحن نعلم ما تعنيه مغادرة الفراش في صباح بارد لدرجة التجمد في غرفة ليس بها مدفأة، ونعلم كيف أن المبدأ الحيوي داخلنا يحتج ضد هذه القوة. والآن كيف على الإطلاق يمكننا الاستيقاظ تحت هذه الظروف؟ وإذا كان عليّ أن أعمّم من خبرتي الخاصة، فإننا على الأكثر نستيقظ دون أي صراع أو قرار على الإطلاق. ونجد فجأة أننا قد استيقظنا.

إنه أمر مذهل الوضوح، إلا أنه مهمل عالميا، ومثال على اختصارنا للتحكم الواعي في أفعالنا. ولدينا جميعا الخبرة: إنها الساعة 7:15 صباحا، إنه وقت النهوض والتألق. أنت ترقد تحت اللحاف وتستمع لمذيع الراديو وهو يخبرك أن في الخارج اليوم جميل والمرور ينساب بسهولة عبر كوبري الميناء. وليس هناك من سبب للبقاء في الفراش. ثم وبطريقة كالمعجزة، في خلال ثلاثين ثانية تكون قد فعلتها. وأنت لا تتذكر وتستعيد الأوامر، لكن ها أنت، واقف بجوار النافذة، تحدق بعيون غائمة في الشمس المشرقة. وأنت تفعل ذلك روتينيا بدون تحكم واع.

تمتد فكرة الإرادة الحرة إلى مركز إحساسنا بأنفسنا، واستقلاليتنا كبشر. انزعنا منها ولن نكون سوى حيوانات. وربما يكون ذلك أكثر شيء مزعج حول مصير أليكس، الراوي في رواية أنتوني بيرجس "تلقائيا برتقالية". وجزاء على كل العنف الفائق، الاغتصابات والسرقات والصراع الدموي التي تتبعها، إلا أن عقابه الأكثر قلقا كان ذلك. يعاني أليكس من التكيف وإعادة البرمجة، من أجل أن تأتي ردود أفعاله تجاه العنف باشمئزاز لا يطاق. وينتهي به الأمر أن يصبح غير قادر على القيام بالأفعال السادية التي يستمتع بها، و لم يعد لديه الخيار بعد ذلك ليفعل الخير أو الشر. وتثار لدى قسيس السجن ظنون عميقة حول العملية، ويقول، "عندما لا يستطيع الرجل أن يختار، يتوقف عن أن يكون رجلا، فهل يرغب الرب في دمية خشبية أم في اختيار الصلاح؟".

وفي كتاباته لمجلة "أمريكان ساينتست: American Scientist" وضع هاجارد ومعه سوخفيندر أوبي، الأمر بطريقة أخرى: تساءل هل تخاطر إرادتنا الحرة في "عاصفة

فلسفية". ويعلم هاجارد أن العاصفة الفلسفية لن تكون شيئا يذكر مقارنة بالعاصفة الشرعية القادمة.

أصبح مسح المخ في غاية التعقيد. ولم يعد ما يهمه هو إيجاد المنطقة التي تختص بالإبصار أو أي منطقة تتحكم في وظائف الحركة. ويقوم علماء الأعصاب الآن بتحديد مواقع السمات المتلازمة مع الشخص، وليس الكائن. فالشعور بالذنب، والعار، والندم، والخسارة، والاندفاع – كلها كينونات قابلة للقياس. وقد اختزل تشريع الشخصية بالخبرة إلى إشارات كهربية، فإذا وجدنا بعض الناس مبرمجين بسلوك مندفع – وقد بدأنا نثيرهم– فكم سيمضي من الوقت قبل أن نشهد دفاعا مشروعا؟ وكم من الوقت سيمضي قبل أن يشهد علماء الأعصاب بأن شخصا ما لا يستطيع تحمل المسئولية بسبب الطريقة التي ترتبط بها دوائر مخه؟ وعلى هاجارد أن يقدم شهادته في المحكمة. وقد سئل، لكنه لم يشعر أبدا أنه قادر على تقديم مساهمته في القضية" واضحة وصالحة ونافعة." ويبدو أنه لا أحد يرغب في التجوال في هذه المنطقة.

وبالتأكيد لا يرغب دافيد هودجسون في ذلك. وهودجسون فيلسوف قانوني مقره سيدني بأستراليا، يجادل، مثل ليبيت، بأن الإرادة الحرة جزء أساسي جدًا من إنسانيتنا، بحيث لا ندع فهمنا العلمي المحدود أن ينحيه عند هذه المرحلة من السعي. ويعتقد هودجسون أنه على الرغم من أن لدينا بعض الأدلة على عكس ذلك في هذه اللحظة، فإن التجارب المستقبلية قد تؤكد بشكل قاطع وجود إرادتنا الحرة. ويستشهد هنري ستاب، الفيزيائي في معمل لورانس بيركلي القومي في كاليفورنيا، يستشهد بنظرية الكم كمصدر للتشكيل في الدليل التجريبي لتجربة ليبت. ففي نظرية الكم يمكن أن يغير فعل المشاهدة من ظروف التجربة، وبذا فإن نتائج أي تجربة تتضمن مشاهدة ذاتية لا يمكن أن تؤخذ على أنها قيمة حقيقية.

وبالتأكيد تسود وجهات النظر المتشكلة تلك بين أقلية علمية. وهي تقوم على مقدمات لا يمكن الدفاع عنها، وهي ببساطة أننا نملك إرادة حرة، وأن أي نتائج تجريبية تظهر غير ذلك فهي معيبة. وعلى الجانب الآخر من السياج يعتقد عالم النفس البريطاني في جاي كلاكستون بأن التعلق بالإرادة الحرة قريب من إنكار أن الأرض تدور حول الشمس. أجل، حتى وإن كان العالم مركزي الشمس بشكل ما، وجهة نظر عالمية غير

مريحة، أجل، فهي تجعلنا نشعر بأننا لسنا في موقع خاص في هذا العالم. وما هو أكثر من ذلك، أجل، إنك تستطيع العيش بسعادة بدونها، كما دأب الناس يفعلون ذلك آلاف السنين. والمرة الوحيدة التي لا تعمل فيها، هي عندما ترغب في إتيان شيء معقد، مثل مغادرة الكوكب.

وبالمثل يقول كلاكستون، الأمر جيد فقط أن تعتقد أن لك إرادة حرة إذا لم تحاول إتيان شيء معقد مثل التحكم في كل شيء في حياتك. وتبين الدراسات أن الاضطرابات العصبية والنفسية أكثر شيوعا بين أولئك الذين يحاولون الاحتفاظ بتحكم واع في الحياة ويكبحون المراوغات غير المرغوبة. وقد تكون الصحة العقلية في تقبلك بأنك لست المتحكم.

من الأسهل قول ذلك عن فعله. ونحن جميعًا مجهزون لنحيا حياة فائقة العقلانية، وقد بين السيكولوجيون مرار وتكرارا أن أفكارنا حول اتخاذ قرارات "منطقية" كثيرا ما تكون خداعا ذاتيا، وفي إحدى المقالات العلمية التي يشهد بها أكثر من غيرها في علم النفس، مثلاً، بين ريتشارد نيسبت وتيموثي ويلسون أننا غير قادرين على تفسير لماذا اخترنا أن نشتري زوجا من الجوارب معينا وليس غيره. وقد بين ويلسون كذلك أن القرارات التي نستغرق وقتا طويلا نفكر فيها بجدية، هي تلك التي ينتهي الأمر بنا أقل سعادة بها. وبذا فإن التفكير الطويل الجاد على الأرجح حول الإرادة الحرة والتوصل لقرار "منطقي" حولها مبنيٌّ على الأدلة ليس فكرة عظيمة. وإذا أدركت ذلك في هذا الفصل، فإنك على الأرجح لن تكون سعيدا بأي جانب توصلت إليه من جانبي السياج. وقد يكون من الأفضل الاستمرار مع التفكير المريح الذي بدأت به، أفضل نصيحة، رغم كل شيء هي أن كل هذه المجالات والاستعراضات، لابد وأن تكون: لا تفعل شيئًا. فالإرادة الحرة قد تكون هي الشذوذ العلمي الوحيد الذي من الحكمة أن يتجنبه البشر.

ولأجل كل الأغراض العملية، من دواعي العقل أن تحتفظ بالخداع. وقد لا يكون وعينا البشري، وشعورنا بأنفسنا ونيّاتنا، أكثر من ناتج ثانوي لكوننا آلات هائلة التعقيد هي أجسامنا المزودة بمخ كبير، لكنه ناتج مفيد، يمكننا من التعامل مع البيئة المعقدة. وما هو أكثر، أن ترتيباتنا البشرية الثقافية قد تطورت بالتوازي مع وعينا، وهي تعتمد على

وجهة النظر الساذجة بأننا قادرون على توجيه (وبذلك فنحن مسئولون عن ذلك) أفعالنا الخاصة. وسيستمر الفلاسفة في مناقشة تضمينات الحقائق العلمية بدم بارد، لكن إذا سلمنا بأننا آلات للمخ، واستسلمنا لفكرة المسئولية الشخصية ستظل على الأرجح حركة في غاية الخطورة بالنسبة لهؤلاء الذين عليهم التعامل مع المواقف في العالم الواقعي. وهناك بالتأكيد الكثير من تلك المواقف الخطرة أكثر من اللازم – تبعات كثيرة جدا لا يمكن التنبؤ بها – لنخاطر بتفكيك معاييرنا الاجتماعية من أجل "الصدق" العلمي. وإذا التزمنا جانب العقلانية الفائقة فقد تصل بنا إلى لا شيء، وقد يكون ذلك على الأرجح أفضل نتيجة نأمل فيها. وقد يأخذنا تدمير أطرنا المنطقية والثقافية في ضوء الكشوف العلمية، على الأغلب إلى حيث لا نرغب الذهاب. ومن المحتمل أننا لو لجأنا إلى التشريع، فإن جهودنا العلمية قد تنسف بعض الأسس التي شيدت عليها المجتمعات البشرية. وربما يضع السيكولوجي من جامعة هارفارد ستيفن بينكر الأمر بشكل أفضل ويقول، "الإرادة الحرة بناء خيالي، لكن لها تطبيقات في العالم الواقعي".

في خضم خداع الإرادة الحرة، يبدو أننا قد تم تزويدنا بحيلة عصبية، هي أنه أثناء عدم العقلانية، يساعدنا ذلك في التعامل مع البيئة الاجتماعية الحسية المعقدة. وليست هذه هي الحيلة الذهنية الوحيدة التي أنعم علينا بها التطور. فهناك شذوذ عصبي آخر يقع فيما وراء تحكمنا الواعي، وبكل تأكيد فقد فات الوقت حتى لانترك هذا الأمر وحيدا، وقد تم تفكيكه علميا، ووضعه على أنه لا ركيزة محورية لمنظومتنا للرعاية الصحية، متحكمة في ما الذي يعمل وما الذي لا يعمل من الدواء. إنه الدواء الوهمي، البلاسيبو.

12

ظاهرة الدواء الوهمي – البلاسيبو

من المخدوع؟

قال ليو ستيرنباخ، مبتكر الدواء المضاد للقلق ديازيبام (diazepam)، "لقد سبب لي راحة كبيرة أنني استطعت بشكل ما أن أساعد الناس ليشعروا بشكل أفضل". وقد فعل ستيرنباخ بالتأكيد ذلك– في ورق اللعب. والشيء الذي بدأ للتو فقط يبزغ هو؛ إلى أي درجة يعتمد دواء ستيرنباخ على الناس ليساعدوا أنفسهم من أجل شعور أفضل.

كان ديازيبام يسوق تحت اسم فاليوم من 1969 وحتى 1982، وكان على رأس المبيعات الدوائية في الولايات المتحدة. وفي قمة سلطته، باع صاحب العمل الذي يعمل به ستيرنباخ، وهي عملاق الصيدلة هوفمان لاروش، باع 2. 3 بلايين من الحبوب الصغيرة التي كانت تسوَّق مع الحرف V. كان ذلك في 1978، وكان الدواء قد أصبح بالفعل جزءًا من الثقافة العامة لمدة تزيد على عشر سنوات، وما أغنية "مساعد الأم الصغير– Mother's Little Helper" لفرقة رولنج ستونز (Stones Rolling)(*)، التي انطلقت في 1966 إلا تهكم على سوء الاستخدام المنزلي للفاليوم. وفي السنة نفسها التي انطلقت فيها تلك الأغنية، اكتسب الدواء دور البطولة في رواية وادي الدمى. –(Valley of the Dolls)– وكانت دمى الديازيبام هي وسيلة الشخصيات الرائدة

(*) فريق روك إنجليزي تكون في لندن 1962. (المترجمان).

لعبور توترات الحياة في نيويورك. والديازيبام الآن، وفقًا لمنظمة الصحة العالمية هو "دواء جوهري" ضروري لأي صيدلية وطنية. أما الشيء الغريب أنه لا يعمل إلا إذا كنت تعرف أنك تتناوله.

في 2003، ذكرت مقالة في مجلة الحماية والمعالجة (Prevantion and Treatment) أن ال"ديازيبام ليس له تأثير مضاد للقلق عندما يتناوله المريض دون أن يعرف". وفي تجربة مثيرة قام الباحثون في تورينو بقسمة الأشخاص في مجموعة التجربة إلى قسمين. تم إعطاء النصف الأول ديازيبام بواسطة طبيب أخبرهم بأنهم قد تناولوا دواء مضادا للقلق قويا. أما المجموعة الثانية فقد تم توصيلها بآلة مزج آلية وأعطيت الجرعة نفسها من ديازيبام، لكن لا أحد في الغرفة قد أخبرهم بأي شكل بأنهم قد تعاطوا الدواء. وبعد ساعتين قرر الناس من المجموعة الأوْلي أنه قد حدث انخفاض محسوس في مستوى قلقهم. أما الناس في المجموعة الثانية فقد قرروا أنه لم يحدث أي تغير. وقد اقترح الباحثون "الانخفاض في مستوى القلق بعد تناول الديازيبام بطريقة مكشوفة كان تأثيرا لدواء وهمي placebo: بلاسيبو".

والبلاسيبو عبارة عن إجراءات طبية بدون أدوية. حبة من السكر أو ملعقة من محلول السكر في الماء، أو قطرة من محلول ملحي– أو شيء آخر في الواقع. فموكب من الأطباء في معاطف بيضاء يأتي إلى جوارك ليقدم لك الطمأنينة من الممكن أن يكون كافيا ليثير التأثير. وتأتي قوة البلاسيبو (الدواء الوهمي) من الرسالة الخادعة التي تأتي معه. سيقولون لك (أو يدعونك تشعر) أن هذه الإجراءات أو الطقوس سيكون لها تأثير على جسمك أو على حالتك الذهنية، وإذا كنت تعتقد بصدق في ذلك، في تناول الحبة أو الشراب، أو في بعض الحالات مجرد رؤية الطبيب، سينتج عنها بالضبط هذا التأثير. معروف أن الأطباء المشعوذين والكهنة الشامان ومروجي فنون السحر يتعاملون بالبلاسيبو (الدواء الوهمي). وعندما يقومون بالطقوس الزائفة لشفاء شخص مؤمن بهم، فإن هذا العلاج قد يأتي بالأعاجيب. ويصدق القول نفسه على الإذاعات الإنجيلية. والأطباء الغربيون هم أيضًا، وقد بين الباحثون أن المعاطف البيضاء والسماعات الطبية يمكن أن تنتج تأثيرات البلاسيبو (الدواء الوهمي) بصورة مؤثرة بغرابة، كما يمكن أن يأتي التأثير من سلوك المشرفين عليك. ويعرف الأطباء أن المرضى إذا شعروا أنهم يحصلون على علاج مناسب، فإن العلاج سيكون أكثر فاعلية بشكل كبير.

وبمعنى ما، هناك تفسير سهل لكل ذلك: يضاف إلى كيمياء الدواء الكيمياويات المخفية في المخ – وهو التأثير الذي أطلق عليه فابريزيو بينيديتي، رائد مجموعة تورينو، "جزيئات الأمل". أما الجانب الصعب في الدليل التجريبي الجديد فهو، حيث كنا نظن أن لدينا ما نمسك به تأثير البلاسيبو (الدواء الوهمي)، فقد أصبح الأمر الآن أننا لانمسك بشيء.

وفي الطب تعودنا طويلا أن نقدر البلاسيبو (الدواء الوهمي). وقد شُيد الطب العلمي الحديث على مفهوم "تجريب التحكم في البلاسيبو العشوائي الأعمى المزدوج (randomized double-blind placebo-controlled trial) حيث يجب أن تقوم الأدوية بإنجاز أفضل من الحبوب الزائفة أو حقن المحلول الملحي المتعادل. وعلى الرغم من ذلك، فالأمور ليست واضحة بما فيه الكفاية الآن. (الدواء الوهمي) أسطورة بشكل كبير. وما هو أكثر أن المنظومة الطبية قد تأسست بافتراض ليس فقط وجود البلاسيبو ولكن يمكن عزل تأثيراته كذلك عن كيمياء الأدوية موضع الإختيار. ويبدو أن الافتراض كان كاذبا، وأنه قد يلزم تفكيك صرح التجريب الصيدلي. وليس مستغربا أن مؤتمرا حديثا للمعاهد القومية للصحة قد أعلن أن أبحاث البلاسيبو (الدواء الوهمي) لها "أولوية مُلحة".

ولابد أن بنيامين فرانكلين، أبو الطب المنطقي "المؤسس على الأدلة"، لا بد أنه يتقلب في قبره. ففي 1785 رأس فرانكلين لجنة لفحص الادعاءات بوجود "المغناطيسية الحيوانية". وقد أذهل الطبيب النمساوي فرانس أنطون ميسمر (ومن هنا كلمة مسمرة التي تعني التنويم المغناطيسي) باريس بادعاءاته أن المغناطيسيات وأكواب الماء يمكن أن تستخدم لتأثيراتها الشافية. وقد رغب لويس السادس عشر أن يعرف ما إذا كانت هذه الادعات ستصمد للاختبارات، وكانت اختباراتهم هي أول تحقيقات علمية تستخدم عصابات الأعين التي تمنع الأشخاص موضع الاختبار من إعطاء نتائج منحازة، كانت التجارب "العمياء" الأصلية هي كذلك بالفعل. وقد جاء تقرير اللجنة في 1785. وجاء فيه "اي تأثير علاجي هو في الواقع راجع إلى قوة التصور".

ومن المثير أن عام 1985 هو العام الذي ظهر فيه مصطلح بلاسيبو (placebo) لأول مرة في قاموس الطب. كان ذلك في الطبعة الثانية الموسعة من القاموس الطبي الجديد

(New Medical Dictionary) لمؤلفه جورج مذرباي، وكانت الكلمة تعني لمذرباي "طريقة المكان العام أو الطب". وعلى الرغم من أن ذلك إدانة من أول نظرة بالتحديد، فإنه كان على الأرجح لافتة سالبة، تعنى أن الطب كان تافها، أو لا يقدم انطباعا، لأنه كان للكلمة بالفعل مفهوم سالب. أما بلاسيبو (placebo) التي تعني، "سأدخل السرور" فقد جاءت لتدل على النفاق والإطراء والاستغلال منذ العصور الوسطى، عندما كان رجال الكنيسة الجشعون يستولون على مالَ المعزِّين لينشدوا المزمور 116 في الجنازات. يبدأ المزمور بالكلمات الآتية

Placebo Domino integione vivorum (I will please The Lord in the Land of The Living).

سأدخل السرور على الرب في أرض الحياة.

وبحلول 1811، استقر تماما المفهوم السلبي، ونشر روبرت هوبر قاموسه الطبي الجديد مضمنا إياه مدخلاً عن البلاسيبو كان يحتوي "صفة تمنح لأي دواء تم تبنيه ليدخل السرور أكثر من الفائدة على المريض". ولم يعرف أخصائيو العلاج السريري إلا القليل أيام هوبر أن بلاسيبو قد تفيد المريض بنفس القدر الذي تسره به.

وكما يحدث في كثير من الأحيان، تم اكتساب تلك المعرفة وفقدانها في السابق. وكانت بالتأكيد معروفة للإغريق القدماء. ففي 380 ق. م. كتب أفلاطون تشارميدس charmides (وهو رجل دولة من أثينا أزدهر في القرن الرابع ق. م. وهو عم أفلاطون، وقد ظهر اسمه في حوارات أفلاطون التي تحمل اسمه)، والتي يخبر فيها الملك الثراسياني سقراط أن الخطأ الكبير للأطباء في هذه الأيام كان هو عزل الروح عن الجسم. فرغم أفضل جهود الأطباء، شفاء الجسد مستحيل بدون مداهنة العقل، كما قال زامولكيس.

> إذا كان لابد من شفاء الرأس والجسد، فلابد أن تبدأ بشفاء الروح، هذا أول شيء. والشفاء، يا عزيزي الشاب، لابد أن يتأثر باستخدام مفاتن معينة، وهذه المفاتن هي كلمات معقولة، بواسطتها يتم زرع ضبط النفس في الروح، وحيث يوجد ضبط النفس، توجد هناك الصحة ممنوحة بسرعة، ليس فقط للرأس ولكن لسائر الجسد.

كان أفلاطون على حق، فقد كانت الكلمات مليئة بالقوة. فإذا قلت إنك ستقوم بعمل شيء ما - إذا لفظت بما سماه عالم النفس الفرنسي باتريك ليموان التعزيم - يمكن أن تصنع الأعاجيب.

والمثال على التعزيم المأخوذ من خبرة ليموان، قد يكون الآتي، "سأصف لك بعض الماغنسيوم الذي سيعالج قلقك" وليس الماغنسيوم مرخصًا له بعلاج القلق، لكن النقص في الماغنسيوم يؤدي إلى أعراض تشبه القلق. ويقول ليموان وفي إيماءة غريبة لمبادئ التطعيم، يصف الأطباء الأوربيون كثيرا الماغنسيوم من أجل علاج القلق. ولا يصبح مرضاه راضين فقط، بل إنهم يتحسنون، وينتكسون إذا توقف العلاج. وبعد تقريبا 250 سنة من عصر الطب القائم على الدليل، ما زالت التعويذة قوة مؤثرة.

وقد أعلنت مقالة في مجلة لانسيت (المبضع) سنة 1954 أن تأثير البلاسيبو مفيد فقط في علاج "بعض المرضى غير الأذكياء وغير المؤهلين"، ويبدو ذلك تقريبا مضحكا الآن. ووفقا لآن هيلم من جامعة أوريجون للعلوم الصحية، هناك ما بين 35 ، 45 بالمائة من كل الوصفات الطبية بلاسيبو (أدوية وهمية). جرى هذا التقييم في 1985، وفي2003 تم مسح ثمانمائة طبيب دانماركي تقريبًا، ونشر في مجلة التقييم والمهن الصحية، ووجد أن تقريبًا نصفهم يصفون بلاسيبو عشر مرات في السنة أو أكثر. وقد حددت دراسة للأطباء الإسرائيلين سنة 2004، نشرت في المجلة البريطانية الطبية -(British Medical Journal)-، أن 60 بالمائة يصفون أدوية بلاسيبو، وأكثر من نصفهم يفعل ذلك مرة أو أكثر في الشهر. ومن بين الأطباء الإسرائيليين الذين يصفون البلاسيبو، يقول 94 بالمائة منهم إنهم قد وجدوا أنها وسيلة فاعلة في العلاج.

ليس هناك بلاسيبو صرف. فالأطباء لا يستطيعون إرسالك إلى الصيدلية لتصرف حبوب السكر، فرغم كل شيء فإن عليك قراءة الوصفة (الروشتة)، وتحطيم السحر. كلا، فالأطباء يصفون الأدوية التي لها ولو شيء ضئيل من النفع بشكل روتيني- لكن رخصة استخدامها ليست لمعالجة مرضك.

وعلى الرغم من أن البلاسيبو مألوف، فإن استخدامه قد شطر المجتمع الطبي. فالبعض يراه غير أخلاقي بل حتى خطير. وهو ليس خداعا للمريض فحسب، بل هو يدفع العاملين في المجال الطبي للعمل كمتواطئين مع الطبيب الذي يصف البلاسيبو.

وبعد كل شيء، ما الذي تفعله بوصفاتك؟ فأنت تأخذها مباشرة إلى الصيدلي. ويميل الصيدلي إذن – سواء راغبا أم على مضض– ليستمر في اللعبة. بل حتى إن مقالة في مجلة الجمعية الأمريكية الصيدلية تقدم وصفة لدورهم. فعندما يتيقين أن الطبيب قد وصف بلاسيبو، فعلى الصيدلي أن يقوم بإحضار الدواء ويصاحب ذلك بالكلمات الآتية: "عموما، يستخدم معظم المرضى جرعة أكبر، إلا أن طبيبك يعتقد أنك ستستفيد من هذه الجرعة" وقد يبين لك الصيدلي عندئذ احتمال وجود بعض التأثيرات الجانبية. أو لا.

إذا صدمك ذلك، فلتسترح لحقيقة أنه لا أحد ينوي أن يسلبك شيئا. فلا طبيبك ولا الصيدلي سيحتالان عليك. وهما فقط يقومان بعمل ما يستطيعان من أجل صحتك. وهما يعلمان أنك تثق في مقدراتهما، وإلا لما جئت تسأل المشورة منهما. وتتضمن مقدراتهما العلم بأن البلاسيبو له تأثير – على الرغم من أنه لا أحد يعلم لماذا. أنت تثق في طبيبك، وهذه الثقة قد تساعد في شفائك، وطبيعة البلاسيبو تعني ببساطة أن عليهما ممارسة القليل من الخداع لمساعدة هذا التأثير. فهل هذا خطأ؟ لا يوجد إجماع في الإجابة عن هذا السؤال.

وبينما كانت القضايا الأخلاقية التي تحيط بالبلاسيبو محل جدال طويل أفضى إلى لا شيء، فإن الأسس العلمية لتأثيراته تعد موضوعا جديدا نسبيا في البحث. ويبدو أن الاستنتاج العام هنا أن تأثير البلاسيبو يرجع للكيمياء. ويتضمن العرض التقليدي حث الألم في المرضى، كان البحث الأصلي قد جرى بواسطة أطباء الأسنان الذين قاموا بخلع الأضراس من المرضى. إلا أن إجراءات أقل حدة كانت ممكنة. أما المكون الوحيد الأساسي والحقيقي فكان القليل من الخداع.

ويبدأ كل ذلك مع المرضى الذين يوجعهم الألم ويتلقون شيئا ما مثل قطرات المورفين. وفيما بعد بدأ المرضى يربطون بين المورفين وتخفيف الألم، تستطيع بعد ذلك استبدال المورفين بمحلول ملحي. لا يعلم المرضى أن "مورفينهم" هو مجرد محلول مائي للملح، والفضل لتأثير البلاسيبو أنهم يقررون أن أدوية الألم ما زالت تعمل بشكل جيد. وهذا في حد ذاته غريب، ولكن ليس في غرابة الحيلة التالية وما تفعله. دون ذكر أي شيء للمرض، تضع دواء آخر في جهاز القطرات، نالوكسون (naloxone)، وهو يوقف عمل

المورفين. وحتى على الرغم من عدم وجود المورفين الذي يحقن في أجسام المرضى، فإن نالوكسون ما زال يوقف عملية التخفيف من الألم في مساراته، ويقرر المرضى الآن، الذين شاهدوا كل ذلك، أنهم يشعرون بعدم الراحة مرة ثانية.

والتفسير المعقول هو أن الدواء الذي يوقف تخفيف الألم الراجع للمورفين، يوقف كذلك تخفيف الألم (المبني على البلاسيبو) الراجع للمحلول الملحي. وهو ما يعني أن المحلول الملحي في الواقع كان يفعل شيئا- لم يكن كل شيء في تصور المريض فقط. أو على الأقل يعني أن التصور قد يكون له تأثير فسيولوجي.

وعندما قام أطباء الأسنان أول مرة بهذه الحيلة، فقد عزوا تأثير البلاسيبو إلى تحفيز إندورفينات (الهرمونات العصبية) الجسم، وهي مواد شبه أفيونية (opioids) التي تعمل مستخدمة المسارات البيوكيميائية نفسها التي يستخدمها المورفين. وقد استنتجوا أن توقع التخفيف من الألم كان كافيا ليقدح إفراز إندورفين الذي قام بالعمل. ثم قام نالوكسون بإيقاف عمل الإندورفينات، ولهذا السبب عاد الألم. ومع ذلك، يتضح أن الأمر أكثر تعقيدا من ذلك.

وما كان يعتبر يوما أنه ليس أكثر من أهواء التخيل أصبح حقيقة، قابلة للتكرار، وظاهرة بيوكيميائية متعددة الأوجه. ويقوم تأثير البلاسيبو باستخراج كل المعوقات، فتوقع التخفيف من الألم لم يستطع حث كل أنواع الكيماويات الطبيعية التي تخفف من الألم. استخدم كيتورولاك (ketorolac)، وهو مسكن للألم يعمل عن طريق يختلف كيميائيا كلية عن طريق عمل المورفين، ثم استبدله بالمحلول الملحي في نفس الظروف. ولا تعمل إضافة نالوكسون أي شيء هنا لأن مخفف الألم البلاسيبو لم يأت من الإندورفينات بل جاء من بعض مسكنات الألم الطبيعية الأخرى التي ينتجها جسمك. وحث الهرمونات التي تعمل بنفس الطريقة كمسكنات الألم التي منها سوماتريبتان، هو أحد الأمثلة. بل حتى إن الظاهرة تعتمد على كم من الألم يتوقع أن يشعر به المريض. أخبرْ المرضى الجاهزين بأنهم يحصلون على المورفين مخففا أكثر من العادة (بينما هم في الحقيقة لا يحصلون إلا على المحلول الملحي)، ثم أدخل نالوكسون. ومرة أخرى لن يوقف تأثير تسكين الألم للمحلول الملحي لأن توقع تخفيف الألم المنخفض قد قدح بعض الآليات البديلة. ومهما كان الشيء الذي يفكر فيه كل إنسان "كتأثير للبلاسيبو" فقد اتضح أنه حزمة كاملة من

التأثيرات المختلفة التي لكل منها آلية بيوكيميائية متفردة. وتستطيع أدمغتنا أن تخدعنا بطرق متعددة.

ومع أن ذلك كله يبدو مقنعا بشكل تام - والآن نحن واثقون أن تأثير البلاسيبو ظاهرة حقيقة- لكن هناك شيئًا في الأمر. في سنة 2001 نشر باحثان من الدانمرك مقالة علمية تعتبر علامة في مجلة نيوإنجلاند الطبية. وقد بدأ الباحثان وهما آسبوجرن هرو بجارتسون وبيتر جوتسشي في التشكك حول مزاعم فاعلية ظاهرة البلاسيبو. وقد بحثا في كل مكان - في المراجع الدراسية، وفي مقالات المجلات والصحف - وقد اقتبس المؤلفون عددا لم يستطع الاثنان تصديقه. فوفقا لكل شيء تقريبا في الأدبيات الطبية، فإن 35 بالمائة من المرض كانوا يتحسنون إذا تمت معالجتهم بعلاج زائف وإخبارهم أنه علاج حقيقي.

وأخيرا، وجدا مصدر هذه الإحصائية التي يستشهد بها كثيرا، لكن لم تختبر أبدا: هنري نولز بيتشر. ففي مقالة "البلاسيبو القوي" المنشورة في مجلة التجمع الطبي الأمريكي في 1955، صدر عن بيتشر أول نداء بصوت جهوري لاستخدام تجارب مزدوجة المرجعية بالبلاسيبو المتحكم في تقييم المعالجات الطبية. وتوثق المقالة لتحليله لأكثر من عشر دراسات، وهو التحليل الذي ينتج عنه الرقم السحري 35 بالمائة.

لم يكن ذلك كافيا لإقناع هووبجارتسون وجوتسشي، ولذا فقد قاما بإجراء دراسة تحليلية. وهو الأمر الذي يفعله العلماء عندما يواجهون بمجموعات طويلة من الإجابات المتعارضة على أحد الأسئلة، وفي الأساس، هي طريقة رسمية لتحليل كل المحاولات السابقة للإجابة عن السؤال. وهم يختبرون جودة كل إجابة: طرقها التجريبية، وانحيازاتها، وتحليلاتها الإحصائية. والفكرة هي الحصول على نكهة أو صفة مميزة لكل مجموعة من النتائج ثم يضعونها معا بطريقة تعكس الوزن الذي يعطي لنتائجها الواردة. وفي النهاية، فإن مثل هذه الدراسة تطلق تصريحا حول الوزن الكلي الذي مع والذي ضد الفرضية.

استخدمت الدراسة التحليلية التي أجراها هروبجارتسون وجوتسشي على تأثير البلاسيبو، استخدمت بيانات من 114 تجربة إكلينكية قارنت المرضى الذين عولجوا بطريقة البلاسيبو مع المرضى الذين لم يتلقوا علاجا. وإجمالاً كان هناك 7500 مريض

يعانون من نحو أربعين شكوى مختلفة بدء من إدمان الكحول وحتى مرض باركنسون. وعلى مدى هذا الطيف العريض من الشكاوى، لم يجدا أي دليل على أن العلاجات البلاسيبو كان لها تأثيرات واضحة على الصحة. والأمر الوحيد الذي كان به بعض التأثير كان في التجارب المتضمنة في تخفيف الآلام، ولكن حتى هنا كان من الصعب التأكد من ذلك. فالألم شيء ذاتي، والمرضى يحبون إرضاء أطبائهم، كما يشير هروبجارتسون بذلك، فقد يكونون قد قرروا الإبلاغ عن ألم أقل مما يشعرون به في الواقع. وبالتأكيد لم تظهر القياسات الموضوعية مثل ضغط الدم ومستوى الكوليسترول استجابة للبلاسيبو. وقد وجه الباحثان نداء إلى الأطباء للتوقف عن استخدام البلاسيبو في الأمور الإكلينيكية. وقد قالا، "استخدام البلاسيبو خارج التجارب الإكلينيكية تحت التحكم، لا يمكن التوصية به".

أعاد هروبجارتسون وجوتسشي الكرة في 2003، وقاما هذه المرة بتحليل بيانات من 156 تجربة تضمنت 11737 مريضًا. وقد نشرت نتائجهما في مجلة الطب الباطني، ولم تتغير عن النتائج السابقة. فهما "لم يجدا أي دليل على أن التدخل بالبلاسيبو عموما له تأثير إكلينيكي كبير، ولم يجدا دليلا يمكن الاعتماد عليه يؤكد أن للبلاسيبو تأثيرا مفيدا إكلينيكيا". وقد توصلا إلى نتيجة مفادها أن البلاسيبو أبعد ما يكون عن كونه ظاهرة مثبتة، والاستثناء الوحيد الممكن هو في تخفيف الألم، وحتى هنا لم تكن الاستجابة للبلاسيبو فوق المستوى المتوقع بوضوح أن يشاهداه في الانحياز لإدخال السرور على الأطباء بتقرير الأشخاص المعالجين. وقد كتبا يقولان، "معظم المرضى مهذبون وميالون لإدخال السرور على الفاحصين بتقريرهم عن وجود تحسن، بل حتى ولو لم يكن هناك شعور بالتحسن... فنحن نشك أن انحيازا قد حدث في التقرير".

وكان هروبجارتسون وجوتسشي محل احترام كبير، وقد أسهم بنصيب واضح في الجدال الدائر حول المعالجة بالبلاسيبو. ومع كل ذلك، فإن لدينا دليلاً واضحًا من باحثين لهم نفس درجة الاحترام، بأن تأثير البلاسيبو حقيقي. وقد بينت عملية تصوير المخ المسارات المتضمنة في المخ مثلاً. وفي 2005 نشر باحثون من جامعة ميتشجن بحثهم مع الرسم السطحي لانبعاث البوزيترون – positron emission tomography (PET) – على جهاز ماسح، مبينين

منظومـة الإندوفرين في الهيبوثالاموس (تحت المهاد hypothalamus) وهي تنشط عندمـا يلقـي المريض حقنة وقيل له إنهـا لتخفيف الألم. وتقرير وجـود انحياز يبدو غـير مرجـح إذا عرفنـا أن المرضـى في هذه التجـارب قـد تعرضوا عمـدا للإصابة (بحقـن محلول ملحي في الفك) كجزء من التجربة، وليس لديهم أي سبب ليقرروا انخفاض الألم مـن أجل إدخال السرور علـى الباحثين الذين يجـرون التجربـة.

وقد صاحبت افتتاحية مقالة هروبجارتسون وجوتسشي الأصلية لتلخص الشعور العام. ومع أن المؤلف جون بيلر من جامعة شيكاغو قد أقر بوجود قليل من التبرير أكثر من "الشعور اللا علمي المزعج تماما بأن الأمور ينبغي أن تكون حقيقية"، وقد اقترح أن استنتاجهما "شامل أكثر من اللازم". وما يحدث في معامل الأبحاث "قد يعتم على تأثير حقيقي للبلاسيبو كان يمكن أن يكون دليلا في التجهيز اللا بحثي". وحل هذه المشكلة مع ذلك، ليس قريبًا، "فليس واضحا كيف يمكن للمرء أن يدرس ويقارن تأثيرات البلاسيبو في الأبحاث وفي غير الأبحاث من التجهيزات، حيث يتطلب ذلك دراسة بحثية".

وربما تساعد بيلر زيارة غير رسمية إلى تورينو. لقد شفتني هذه الزيارة من أي شك حول واقعية تأثير البلاسيبو بكل تأكيد.

عندما سألت فايريزو بنيديتي هل أستطيع أن أجرب رد فعل البلاسيبو على نفسي، كان أبعد ما يكون عن الاقتناع بإمكانية نجاح ذلك. فعادة لا يخبر فريقه المتطوعين للتجربة أي نوع من التجارب يجري عليهم، فمثل هذه المعرفة تشوه النتائج. لكنها لم تفعل ذلك في حالتي. وفي غرفة بلا نوافذ في تورينو، عرضت نفسي تكرارا للألم. وعلى النقيض من كل توقعاتي، وبكامل معرفتي بما يفعله الأطباء، فإن الحاضرين منهم كان في مقدورهم تخفيف الألم بلا شيء سوى كذبة.

كانت أولى تجاربي قياس تأثيرات الكافيين على أداء العضلات، وذلك باتباع روتين يتضمن ممارسة تمارين قبل وبعد قدح صغير من القهوة الباردة المزعجة. وبينما كنت أتناول القهوة كانت الدكتورة أنتونيلا بولو في معطفها الأبيض، وهي زميلة بنديتي، كانت تملأ رأسي بالقصص حول كيف أن الكافيين مادة محظورة في الرياضة كانت أختها تمارس لعبة الزماية. وكانوا يخبرونها دائما ألا تتناول أي شيء به كافيين قبل المباراة، والظاهر، أنه يحفز أداء العضلات ويمنح ميزة غير عادلة. وكنت أعرف أن هناك كذبة

ما في ذلك– فربما لم يكن أي كافيين في القهوة، وقد لا يكون للكافيين تأثير على أداء العضلات، أو ربما تكون بولو قد خفضت من وزن الأحمال التي تم ممارسة التمارين عليها بعد تناول القهوة– لكني كنت قادرا على العمل أكثر بعد القهوة من العمل قبل القهوة، بكل تأكيد.

وعندما انتهت التجربة، أصبحت بولو صريحة. لم يكن في القهوة كافيين. ومع ذلك، كنت مقتنعا بما فيه الكفاية بزيادة مقدرتي على إجراء التمارين أفضل كثيرا في الدورة الثانية. وبدا عليها السرور. كانت التجربة أبعد ما تكون عن الصرامة والدقة – على الأقل في تجربتي السريعة الخادعة – وبها العديد من العيوب. وما هو أكثر من ذلك، أنها لم تكن تتوقع أن تنجح التجربة كلية على شخص يعلم ما الذي يجري من حوله.

جاء الاختبار التالي من طبيبة أخرى في معطف أبيض، لوانا كولوكا، التي عندما دخلت الغرفة كانت ممسكة ما بدا أنه زوج من الأزرار للبطاريات الخلوية على شريط لاصق من البلاستيك. لقد كانا قطبين. وقالت لي، "هل تمانع من تلقي صدمة كهربية؟".

وعندما وافقت، ربطت الأقطاب على ساعدي. ثم وصلتني بكمبيوتر مبرمج للتلاعب بالعقل كلما أعطى سلسلة من الصدمات الكهربية.

كانت شاشة الكمبيوتر تخبرني – عن طريق ضوء أحمر أو أخضر– ما إذا كانت الصدمة التي على وشك أن أتلقاها معتدلة أم عنيفة. ويجيء الخداع هنا من التكيف، حيث يتعلم المخ أن يرافق اللون مع توقع مستوى محدد من الألم. يظهر اللون على الشاشة، ثم بعد نحو خمس ثوان يقوم الكمبيوتر بإعطاء الصدمة. الأخضر للعنيفة (شيء ما مثل هذه لمس سياج كهربي) والأحمر للمعتدلة (ليس أكثر من الألم الذي يرافق لمسه خفيفة على الذراع). لكن بمجرد حدوث التكيف، فإن التلاعب باللون يمكن أن يؤدي إلى التلاعب بإدراك المخ للألم.

وقد نجحت التجربة فبعد نحو خمس عشرة دقيقة من التكيف، كان الشعور بآخر مجموعة من الصدمات كلها معتدلة، مثل لمسة على الذراع، سواء جاءت تحت اللون الأحمر أو الأخضر. لكن كلها كانت عنيفة، كما أخبرتني كولوكا بعد ذلك. وبحق، كان لابد أن تعطي كل واحدة منها الشعور بلمس سياج مكهرب.

وبشكل ما، ما كان يجب على أن أُفاجأ. فالمخ عضو مذهل، تجمع سام معقد من الجزيئات تتعامل مع الإشارات - كل من الكيميائية والكهربية - ليعطينا إحساسنا من نحن وكيف نشعر بالعالم من حولنا. وبالتحكم الحريص في الإشارات الداخلة إليه، لماذا لايصبح هذا الإحساس قابلا للتلاعب به؟

ونحن نعرف أن هناك طرقا كثيرة تغير أو تعدل من حالة المخ البشري والجسم الذي يشرف عليه. والأكثر وضوحا هي الحواس الخمس: تستحضر رائحة النجيل المقصوص حالة محددة من الذاكرة، ويفرز تذوق الشيكولاتة السيروتدين (هرمون)، أما لمس المحبوب أو رؤية الجرو واسع العينين فهي تفرز جزيئات أوكسيتوسين التي تربطنا بأننا أو أطفالنا (أو كلابنا)، ويرسل صوت صرخة بالأدرينالين خلالنا، مما يجعلنا مستعدين للقتال أو الهروب.

وتستطيع الإشارات الكهربية أن تتجنب التحكم الواعي في الجسد كذلك. وقد يتمكن من يعانون من مرض باركنسون مثلا، من إيقاف رعشتهم بواسطة رقيقة ميكروية (ميكروتشيب) تزرع في الهيبوثالاموس (تحت المهاد أو السرير البصري). ويقوم بنديتي، جراح الأعصاب ذو الخبرة، بإجراء مثل هذا الزرع، وهو لا يقوم فقط بمساعدة التحكم الحركي لمرضى باركنسون، ولكنه يقدم أداة لفحص الآلية العصبية لظاهرة البلاسيبو. أخبر المرضى بأن إعداداتهم المزروعة قد انحرفت، وبذا سيكون من الصعب التحكم في حركاتهم، وسترى أن استجابتهم ستكون فعل كل شيء بسرعة بطيئة. أخبرهم بالعكس - أن الأقطاب قد ضبطت من أجل أفضل حركية - وفجأة ستصبح حركاتهم عادية. وفي كلتا الحالتين لا يحتاج المرء أن يلمس الأقطاب المضبوطة للوصول إلى التأثير: فتوقع تحسين ملحوظ - أو تدهور ملحوظ - في التحكم الحركي لمرضى باركنسون يعطيهم ذلك، قل لهم إنهم سيصابون بضعف، وأنهم فعلا سيضعفون. وليس الأمر مجرد التفكير الايجابي: إنه يتعلق بالإشارات الكيميائية أو الكهربية التي تنتج التفكير الايجابي.

وقد بيّن بنديتي ذلك بصراحة. فتيبس العضلات والرعشات التي هي من أعراض باركنسون الكلاسيكية تتسبب فيه دفعات متفجرة من الإشارات تأتي من منطقة معينة من المخ: نواة تحت المهاد (تحت السرير البصري). ويقلص الحقن بدواء الأبومورفين من هذا النشاط الفائق إلى ما يقرب من المستويات العادية ويستبعد التيبس والرعشة المرافقتين

للمرض. أخذ فريق بنديتي مجموعة ممن يعانون الذين زرعت لهم أقطاب في نواة تحت المهاد، وحقنوهم بأبومورفين لبضعة أيام. ثم خفية حولوا الحقن إلى حقن بالمحلول الملحي، وظلوا يخبرون المرضى أن الحقن سيخفف من أعراضهم. وفعلا قد فعل، وقد بينت القياسات خلال الأقطاب المزروعة انخفاضا في نشاط العصبونات (الخلايا العصبية) في النواة تحت المهاد. ويبدو أن البلاسيبو كله في المخ، وهو حقيقة.

وهنا يتحول تأثير البلاسيبو إلى شيء يشبه المكافئ الطبي للطاقة الداكنة: ظاهرة قابلة للتكرار والقياس وتظل كما يتضح خداعا. ويقول تحليل واسع لأفضل البيانات الإكلينيكية إنه قد يكون موجودا، على الأقل ليس بكميات محسوسة. ولكن حتى بالمعرفة التامة لما يجري، وجدت أنا نفسي عاجزًا عن مقاومة تأثير البلاسيبو. وليس الأمر ببساطة مجرد خداع، حبوب سكر يتصورون أنها علاج فاعل. ويمكن خلق البلاسيبو بواسطة حيل عقلية، زرع المخ، أو مخاليط كيميائية، ويمكننا رؤيتها تعمل على ماسحات المخ. ورغم أن هناك دليلا علميا على أن تأثير البلاسيبو أسطورة، وأننا قد ضللنا أنفسنا حول ما يجري هناك، فإنه ربما هناك المزيد من الأدلة التي تشير إلى الطريق الآخر.

وتبين الدراسات الإكلينيكية أنك يمكنك خفض المورفين إلى النصف-على المدى البعيد-بمجرد تأكدك أن المريض يعرف أنك تعطيه. فإخبار المرضى أنهم يحقنون بمسكن للألم- بينما يتم حقنهم بمحلول ملحي- يكافئ حقن ما قيمته 6 – 8 مللي جرامات من المورفين. وقد وجدت الدراسات التي أجريت في معهد الصحة القومي في الولايات المتحدة أن مدمني الكوكايين في مستشفى علاجي يمكن أن يحصلوا على نصف الجرعات كذلك، طالما كانوا يعرفون أنهم يحصلون على شيء ما. فالتوقع شيء قوي.

وفي الحقيقة لقد عدنا إلى ديازيبام. فهو نفسه – إذا أعطى خفية – لا يفعل شيئًا. والأمر يتعلق بالديازيبام بالإضافة إلى كيمياويات التوقع التي تنتجها توقعات الجرعة، كيماويات التوقع جيدة في حد ذاتها، ولكنها مضافة إلى الديازيبام، تكون معالجة حقيقة.

وليكيماويات التوقع هذه جانبها المظلم مع ذلك. وقد بدأ بالفعل بنديتي وكولوكا وضع تحذيرات من أن أبحاث البلاسيبو قد تستغل لأغراض مشبوهة. ونحن نخوض فقط في المياه الضحلة لبحار علم البلاسيبو، وأصبح واضحًا بالفعل أنه مثل علم الوراثة، قد يكون بركة موحلة. وقد كتبا في عروض مراجع الطبيعة (Nature Review) سنة

2005، "هناك... إمكانية لمخرجات سلبية من أبحاث البلاسيبو" وأضافا، "فإذا أدت أبحاث المستقبل إلى الفهم التام لآليات القابلية للإيحاء في العقل البشري، سيتطلب الأمر عندئذ مناقشة أخلاقية".

ويصدق ذلك خصوصا في ضوء تأثير نوسيبو (nocebo)، حيث عمدًا يتم تحفيز القلق الذي يجعل الألم أسوأ. وبنديتي أحد القلائل الذين كان في استطاعتهم دراسة هذه الظاهرة، فإذا كانت أبحاث البلاسيبو تطرح معضلة أخلاقية على الأطباء، فإن نوسبيو تضاعف هذه المعضلة.

وتعني كلمة "نوسيبو" "أنني سوف أضر". وفي دراسة للنوسيبو، يعطَي الدواء الذي بلا ضرر مع جملة مثل، "سيجعلك ذلك تشعر بشكل أسوأ في الواقع". "وقد يثبت أنه أداة قيمة، فبنديتي يستخدم بالفعل خبرته في النوسيبو ليتغلب على محدودية مسكنات الألم الحالية، لكن أي نوع من لجان الأخلاقيات توافق على اعتماد خطة مصممة لجعل المرضى منزعجين من خلال الكذب عليهم؟ لا يوجد مثل ذلك. ويفسر ذلك السبب في اعتماد بنديتي على متطوعين نظير مقابل مالي على استعداد ليعانوا.

بدأ الأمر في 1997 عندما كان هو وزملاؤه يختبرون فكرة أن القلق يجعل الألم أسوأ. قاموا بحقن مجموعة من المرض الذين كانوا في مرحلة النقاهة بعد عملية جراحية مؤلمة، ببروجلوميد، وهو مادة كيميائية توقف عمل كوليسيستوكينين (Cholecystokinin) (CCK)، وهو مادة كيميائية تعمل ناقلا عصبيا مترافقا مع القلق. وعدما كانوا يعطون هؤلاء المرضى حبة خامدة ويخبرونهم أنها قد تجعلهم يشعرون أسوأ، ببساطة لم يحدث شيء، كان من المستحيل حث تأثير النوسيبو عندما يوقف عمل (CCK).

كانت تلك نتيجة جيدة، لكنها تفتقد إلى الطريقة العلمية – حيث لم تكن هناك مجموعة كنترول (مجموعة محايدة) لم تعط CCK – الذي يوقف عمل بروجلوميد، وبذلك تشعر بالإزعاج الإضافي الذي يسببه القلق. ولسوء الحظ (بالنسبة لبنديتي إذا لم يكن بالنسبة للمرضى) لم تكن هناك موافقة أخلاقية على اعتماد لمجموعة محايدة، كنترول.

استغرق الأمر من بنديتي تقريبًا عشر سنوات ليحصل على الموافقة وعلى المتطوعين لمتابعة الدراسة. وفي نهاية 2006 نشر فريقه مقالا يبين أننا – أو بالأحرى ناقلاتنا

العصبية– يمكن أن تحول القلق إلى ألم. تعرض المتطوعون لروتين يتضمن وقف النزف، وبعض الحقن، وتحذير شفهي بأن الألم قد يزداد بينما كان فريق بنديتي يأخذ عينات دم ويسألهم كيف يقيمون ألمهم. كانت عينات الدم تقدم للباحثين ما كانوا يبحثون عنه: إثبات أن بروجلوميد يوقف تحويل الإشارات الكيميائية للقلق إلى ألم مبالغ فيه. والبروجلوميد هو الوحيد المرخص له ككابح لـ CCK للاستخدام البشري، لكنه ليس فاعلا بالتحديد. وعندما يتمكن الباحثون من تطوير شيء أفضل، فسيكون لديهم دواء يمكن خلطه مع المخدرات ليخفف من الآلام الفسيولوجية والنفسية في آن واحد. ومع أن نوسيبو تبدو بشكل ما داكنة – يمكن للمرء أن يتصور أنه مُستغل لينتج قلقا أكثر وبذا ينتج الألم في الاستجوابات مثلا – لكن على الأقل لها تطبيقات إيجابية كذلك.

بالنسبة للطب، ظاهرة البلاسيبو سيف ذو حدين. فعلى الرغم من نتائج هروبجارتسون وجوتسشي، يبدو أنها نافعة بلا جدال – لكنها تأخذ يقيننا بعيدا. نحن لا نستطيع قول ما الذي تفعله المكونات الكيميائية للدواء في الواقع في الكيمياء الحيوية لأجسادنا، لأنه حتى منظر إبرة الحقن وهي تقترب يبدأ في تشويش البيئة البيوكيميائية (الكيميائية الحيوية). ويقول بنديتي إنها مثل مبدأ عدم التيقن في الفيزياء: في كل مرة تقوم بقياس شيء ما، فإنك بالضرورة تشوّشه، وبذا فإنك لا تستطيع أبدا أن تكون متأكدا أن قياساتك دقيقة. ونتيجة لذلك، يبدو أننا قد نكون مضطرين لإعادة تصميم تجارب الأدوية.

واكتشافنا البطيء وفهمنا لظاهرة البلاسيبو تعني أننا ربما نحتاج لإعادة تفسير بياناتنا الصيدلية. وفي بعض الحالات ستبدو نتائج التجارب الإكلينيكية باطلة، أو على الأقل ستتطلب أن نأخذها باحتراس. لقد استغرق صقل عمليات التجريب الإكلينيكي عقودا منا، وباستخدام المزيد من المال أكثر من أي وقت في العمليات الدوائية، وهبوط ذلك الصرح ليس موضع تردد. ورغم أن كولوكا وبنديتي قد كتبا أن هذه الثورات في فهمنا للبلاسيبو "ستؤدي إلى نظرات ثاقبة أساسية للبيولوجيا البشرية" وإنه لمن المؤكد أن هذا التعديل الجذري في الطب سيؤدي إلى خلق إزاحة للنموذج الكوني.

تقدمت عمليات اختبار الأدوية تقدما مهولا منذ أيام فرانكلين. وذروة هذا التقدم

الحدثية هي التجريب العشوائي تحت التحكم – randomized controlled trial (RCT) – حيث تنقسم مجموعة كبيرة من الناس (عادة إلى قسمين) على أساس عشوائي كلية. وستتلقى إحدى المجموعتين الدواء؛ وستتلقى المجموعة الأخرى شيئا ما يبدو أنه الدواء نفسه لكنه خامل: البلاسيبو. وفكرة تطبيق العشوائية هي خلق أقل فرق ممكن بين المجموعتين، وبذلك تعظم فرص مشاهدة بعض التأثير الذي ينتجه الدواء، والذي لا يفعله البلاسيبو. ولابد أن تكون التأثيرات الممنهجة مثل الجنس، والعمر، ووجود مشاكل صحية موجودة من قبل، وتقلبات الخول والخروج إلى ومن صحة جيدة، كل ذلك لابد أن يكون هو نفسه بالنسبة للمجموعتين، ويجب أن تعود أي فروق كبرى في المخرجات بين المجموعتين إذن إلى الدواء.

وهناك عوامل أخرى تعمل، رغم ذلك، وهو الشيء الذي تبينة التجارب العمياء. ومن الواضح أن لا أحد من المرضى يجب أن يعرف ما إذا كان يحصل على الدواء موضع الاختبار أو على البلاسيبو. لكن هذه التعمية المفردة ليست كافية، فلابد أن يقدم الناس الذين يوصلون الدواء قرائن غير شفهية أو من اللا وعي إلى المرضى. وبذا تكون "التعمية المزدوجة": ولا يجب أن يعرف الأطباء والممرضات كذلك أين هي الحبوب البلاسيبو.

ومثل هذه التعمية المزدوجة في RCT تعتبر أفضل طرق تحديد ما إذا كان الدواء فاعلا أم لا، لكن ما زالت هناك تحسينات تستطيع تحسين الأمور. فإضافة "ذراع" ثالث للدراسة – مجموعة لا تتلقى أي معالجة مهما كانت قد تساعد. ويبحث المرضى على الأرجح عن مساعدة الأطباء عندما تكون الأعراض في غاية الحدة، وأي متابعة على الأرجح ستشمل تحسينات في الصحة. وستساعد المجموعة التي لم تتلق أي علاج في التخلص من تأثير التراجع إلى المتوسط (regression to mean). وبالمثل هناك مشكلة "التاريخ الطبيعي": التفاوت العادي في الأعراض. فالصداع مثلا يأتي ويذهب، فإذا تناول المرضى بلاسيبو مباشرة قبل ذلك، فإن تقلبا تجاه ألم أقل سوف يحدث، وقد ينتهي التقرير منحرفا. ولابد أن تمكننا مشاهدة مجموعة الكنترول التي لم تأخذ علاجا من أخذ هذا التأثير في الحسبان.

ورغم ذلك، هناك تأثيرات بسيطة لا يبطلها فيما يبدو أي كمية من الحرص. وبمجرد إخبار المرضى بأنهم قد يحصلون على بلاسيبو سيتدخل في المخرجات. وإخبارهم على